

Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification

Von der
Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigte Dissertation

von
Bianca Steiner
geboren am 15.08.1990
in Langenhagen

Eingereicht am:	17.05.2021
Disputation am:	16.07.2021
1. Referent:	Prof. Dr. Reinhold Haux
2. Referent:	Prof. Dr. Alfred Winter

*„Motivation of the patient is the most important, yet the most difficult
part of the work of the therapeutic professions”*

O'Gorman, 1975

Zusammenfassung

Die Entwicklung Digitaler Gesundheitsanwendungen (DiGA) nimmt seit dem Inkrafttreten des Digitale-Versorgung-Gesetzes im Dezember 2019 immer weiter zu. Bei der Entwicklung ein-satz- und abrechnungsfähiger DiGA sind eine Reihe rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Hinzu kommen organisatorische und technische Anforderungen zur Einbindung einer DiGA in Versorgungsprozesse und transinstitutionelle Infor-mationssystemarchitekturen. In Rehabilitationsprozessen spielen darüber hinaus die Motivation und Therapieadhärenz der Patienten eine wesentliche Rolle. Wie bereits vergangene Studien gezeigt haben, können diese durch den Einsatz von Spiel-Design-Elementen gesteigert werden. Die Auswahl, Kombination und das Design einzelner Spiele-Komponenten wirkt jedoch oft-mals unüberlegt. Eine strukturierte Vorgehensweise zur Entwicklung und Optimierung von DiGA, die einen Beitrag zur Qualität und Effizienz von Rehabilitationsprozessen durch Gami-fication leisten, scheint bisher nicht zu existieren.

Das übergeordnete Ziel dieser Dissertation ist es, einen ganzheitlichen Ansatz zur Entwick-lung und Verbesserung von DiGA für die Rehabilitation zum Zweck der Motivations- und Ad-härenzsteigerung durch Gamification zu erstellen und in der Praxis zu erproben. Um den Rea-litätsbezug des Ansatzes zu sichern, wurde das Krankheitsbild der Schulterläsionen als durch-gängiges Anwendungsbeispiel genutzt.

Im ersten Schritt wurden ein Scoping Review und eine App-Recherche zur Analyse bisher verwendeter Spiel-Design-Elemente in verschiedenen Phasen des Rehabilitationsprozesses von Patienten mit muskuloskelettalen Erkrankungen der Schulter durchgeführt. Die Analyse der Spiel-Design-Elemente machte deutlich, dass häufig nur einfach zu konzipierende und imple-mentierende Spiele-Komponenten angewendet werden. Der faktischen Wirkung der Spiel-Komponenten wird insgesamt nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

In acht Ebenen erfolgte aufbauend auf dem Schichtenmodell nach John et al. die systema-tische Entwicklung des GISMOR-Ansatzes – ‘Gamification Increasing Motivation for Rehabi-litation’. In der Interaktionsebene wurden verschiedene Design-Prinzipien für interaktive, per-suasive Systeme identifiziert, analysiert und schließlich in einer eigenen Heuristik zusammen-gefasst. Hierüber liefert GISMOR nicht nur Anhaltspunkte zur interaktiven und visuellen Ge-staltung des User Interface (UI) einer DiGA sondern auch zu der resultierenden User Experi-ence. Die Dienstleistungsebene analysierte anhand unterschiedlicher Rechtsnormen, welche rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen eine DiGA erfüllen sollte. Ne-ben der Klassifizierung als Medizinprodukt einer geringen Risikoklasse steht hierbei die Auf-nahme ins DiGA-Verzeichnis zur Abrechnung über die gesetzlichen Krankenversicherungen im Vordergrund. Die Ermittlung, Analyse und Repräsentation von Adhärenzfaktoren in der Re-habilitation erfolgte in der Patientenebene. Mittels manueller Datenextraktion aus verschiede-nen Quellen, sowohl Kernliteratur, wissenschaftlichen Publikationen als auch Modellen und Theorien der Gesundheits- und Motivationsforschung, wurden 227 für Rehabilitationsprozesse relevante Adhärenzfaktoren identifiziert. Um dieses Wissen für die Entwicklung von DiGA

nutzbar zu machen, wurde unter Verwendung der METHONTOLOGY-Methode eine Ontologie entwickelt und anschließend in OWL 2 unter Verwendung von Protégé implementiert. In der Gamificationsebene wurden zunächst eine Reihe von Spiele-Komponenten identifiziert und hinsichtlich ihrer potentiellen Wirkung auf die psychologischen Grundbedürfnisse Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit analysiert. Aufbauend hierauf wurde ein theoretisches Framework entwickelt, das über Zielbäume der gezielten Adressierung ausgewählter harter Adhärenzfaktoren dient. Den Abschluss der Konzeptualisierung des GISMOR-Ansatzes bilden die Prozess-, Orchestrierungs- und Informationssystemebene. In allen drei Ebenen erfolgte eine perspektivische Betrachtung zur inhaltlichen und technischen Umsetzung der Aspekte in DiGA.

Zur Übertragung des GISMOR-Ansatzes in die Praxis wurde der Anwendungsleitfaden „Erklärung der strukturierten Vorgehensweise GISMOR zur Entwicklung und Verbesserung Digitaler Gesundheitsanwendungen für die Rehabilitation mit dem Ziel der Motivations- und Adhärenzsteigerung“ entwickelt. Dieser ist auch ohne die vorliegende Dissertation nutzbar und zeigt Softwareentwicklern, Medizininformatikern und Gesundheitsversorgern, wie sie die einzelnen Ebenen des GISMOR-Ansatzes zur Entwicklung effizienter DiGA oder Verbesserung bestehender Anwendungen einsetzen können.

Zur Prüfung der Anwendbarkeit des GISMOR-Ansatzes in der Praxis wurde das Telerehabilitationssystem AGT-Reha unter Verwendung des zuvor entwickelten Anwendungsleitfadens evaluiert. In einer Kombination aus Selbstevaluation und interner Fremdevaluation fand eine schrittweise Analyse des AGT-Reha-Systems über fünf Ebenen des GISMOR-Ansatzes statt. Die Ergebnisse mündeten in der Ausarbeitung konkreter Maßnahmen zur Verbesserung des AGT-Reha-Systems. So erscheint die Erweiterung von AGT-Reha um aktive Interaktionen zweckmäßig, um die Motivation und Therapieadhärenz der Patienten zu steigern. Neben mehr Flexibilität der Trainingseinheiten und Anpassungsmöglichkeiten durch den Patienten erscheinen Abzeichen, Punkte, sozialen Medien und virtuelle Güter besonders vielversprechende Komponenten zur Verbesserung des AGT-Reha-Systems zu sein.

Den Abschluss dieser Dissertation bildet die Diskussion der Methoden und Ergebnisse, die die bereits in den vorherigen Schritten einzeln durchgeführten Diskussionen zusammenfassend darstellt und einen Ausblick auf zukünftige Arbeiten gibt. So ist die unmittelbare Wirkung von auf GISMOR-basierenden DiGA auf die Therapieadhärenz in vergleichenden klinischen Studien weiter zu untersuchen. Die Implementierung eines digitalen Anwendungsleitfadens mit einem ansprechenden und einfach zu bedienenden UI, könnte darüber hinaus die Navigation durch die einzelnen Ebenen und Arbeitsschritte des GISMOR-Ansatzes vereinfachen.

Summary

The development of digital health applications (DiGA) keeps increasing since the German Digital Healthcare Act came into force in December 2019. A number of legal, financial, and qualitative constraints must be considered in developing operational and billable DiGA. Furthermore, there are organizational and technical requirements for integrating DiGAs into care processes and transinstitutional information system architectures. In rehabilitation processes, patients' motivation and adherence are essential factors as well. Past studies have already shown that these can be increased through the use of game design elements. However, the selection, combination, and design of game components often seems rash. A structured approach to develop and optimize DiGA for contributing to the quality and efficiency of rehabilitation processes through gamification does not seem to exist.

The overall objective of this thesis is to design and evaluate a holistic approach for developing and improving DiGA in rehabilitation for the purpose of increasing motivation and adherence through gamification. Shoulder lesions were used as a consistent application example.

Initially, a scoping review and app search were conducted to analyze game design elements previously used in different phases of rehabilitation in patients with musculoskeletal diseases of the shoulder. Analyzing the game design elements shows that often only easy-to-conceive and implement game components are applied. Overall, little attention is paid to the factual impact of an individual game components.

Based on the tier model by John et al., GISMOR – ‘Gamification Increasing Motivation for Rehabilitation’ – was developed systematically in eight layers. The interaction layer identified and analyzed various design principles for interactive persuasive systems and summarized them in a heuristic. GISMOR not only provides information on the interactive and visual design of a DiGA's user interface (UI), but also on the resulting user experience. The service layer used different legal norms to analyze those legal, financial and qualitative constraints a DiGA should meet. In addition to classification as a medical device of a low risk, the focus is on including the DiGA in the directory for digital applications and enable billing via the statutory health insurers. Identification, analysis, and representation of adherence factors in rehabilitation took place at the patient layer. Manual data extractions from various sources, including core literature, scientific publications, as well as models and theories of health and motivational research, were used to identify 227 adherence factors relevant to rehabilitation processes. By means of METHONTOLOGY, an ontology was developed and subsequently implemented in OWL 2 using Protégé. In the gamification layer, a number of game components were identified and analyzed in terms of their potential impact on the basic psychological needs autonomy, competence, and social involvement. Building on this, a theoretical framework was built to address hard adherence factors via aiming trees. The conceptualization of GISMOR is completed by the process, orchestration, and information system layers.

For transferring GISMOR into practice, the guideline "Explanation of the structured approach GISMOR for the development and improvement of digital health applications for rehabilitation with the aim of increasing motivation and adherence" was developed. The guideline

shows software developers, medical informaticians, and health care providers how to use each layer of GISMOR to develop efficient DiGA or improve existing ones.

To test the applicability of GIMSOR in practice, the telerehabilitation system AGT-Reha was evaluated by using the previously developed guideline. A combination of self-evaluation and internal external evaluation was employed to conduct a step-by-step analysis of AGT-Reha covering five layers of GISMOR. The analysis resulted in drafting concrete measures to improve AGT-Reha. Thus, the extension of AGT-Reha by active interaction seems to be expedient to increase patients' motivation and adherence to therapy. In addition to more flexibility of training sessions and customization possibilities by patients, badges, points, social media, and virtual goods appear to be particularly promising components for improving AGT-Reha.

A discussion of methods and results concludes this thesis. Here, a summary of discussions already made in the previous steps was presented and an outlook on future work was given. Among other things, the direct effects of GISMOR-based DiGA on treatment adherence need to be further investigated in comparative trials. Implementing a digital guideline with an appealing and easy-to-use UI could, furthermore, simplify navigation through the different layers and work steps of GISMOR.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	I
Summary	III
Inhaltsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis.....	XI
1 Einleitung.....	1
1.1 Gegenstand und Motivation	1
1.2 Problemstellung.....	2
1.3 Zielsetzung	3
1.4 Gliederung der Arbeit.....	4
2 Grundlagen.....	5
2.1 Rehabilitation	5
2.2 Muskuloskelettale Erkrankungen der Schulter.....	5
2.3 Therapieadhärenz, Patienten-Empowerment und Motivation	6
2.4 Kundeninduzierte Orchestrierung von Gesundheitsdienstleistungen.....	7
2.5 Medizinische Assistenzsysteme, Assistierende Gesundheitstechnologien und Digitale Gesundheitsanwendungen	8
2.6 Transinstitutionelle und interoperable Informationssysteme des Gesundheitswesens.....	8
2.7 Gamification in der Medizin	9
3 Medizinische Assistenzsysteme in der Schulterrehabilitation	11
3.1 Scoping Review: Gamification zur Steigerung der Adhärenz	11
3.1.1 Reviewprotokoll	11
3.1.2 Reviewdurchführung	15
3.1.3 Reviewergebnisse	16
3.1.4 Diskussion des Scoping Reviews	25
3.2 Marktübersicht: Apps für die Schulterrehabilitation.....	26
3.2.1 Methodik zur App-Recherche	26
3.2.2 Durchführung der App-Recherche	29
3.2.3 Ergebnisse der App-Recherche	30
3.2.4 Diskussion der App-Recherche	35
3.3 Zusammenfassung.....	36
4 Ein Ansatz zur Steigerung der Adhärenz in Rehabilitationsprozessen mittels Gamification	37
4.1 Vorgehensmodell	37
4.2 Interaktionsebene	39
4.2.1 Designprozess persuasiver Systeme	40
4.2.2 Design-Prinzipien persuasiver Systeme	43
4.2.3 Design-Prinzipien für ein optimales Benutzererlebnis	44
4.3 Dienstleistungsebene.....	45
4.3.1 Medizinische Assistenzsysteme als Medizinprodukte	46
4.3.2 Medizinische Assistenzsysteme als Digitale Gesundheitsanwendungen	47

4.3.3	Datenschutzrechtliche Anforderungen an Digitale Gesundheitsanwendungen.....	49
4.3.4	Leistungsträger für die Rehabilitation	50
4.3.5	Normen und Standards zur Entwicklung von Software Medical Devices.....	51
4.3.6	Diskussion der Dienstleistungsebene	53
4.4	Patientenebene.....	54
4.4.1	Ermittlung und Analyse von Adhärenz- und Motivationsfaktoren	55
4.4.2	Eine Ontologie zur Repräsentation von Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation .	65
4.4.3	Diskussion der Patientenebene	75
4.5	Gamificationsebene	76
4.5.1	Identifikation gängiger Spiele-Design-Elemente	77
4.5.2	Motivationstheorien zur Beschreibung der Wirkung von Gamification	79
4.5.3	Spiel-Design-Elemente und ihre Wirkung	83
4.5.4	Rahmenbedingungen für den erfolgreichen Einsatz von Gamification.....	97
4.5.5	Ein Gamification-Framework zur Adhärenzsteigerung in der Rehabilitation.....	101
4.5.6	Diskussion der Gamificationsebene.....	117
4.6	Prozessebene	119
4.6.1	Dimension 1: Rehabilitation aus medizinisch-therapeutischer Sicht	119
4.6.2	Dimension 2: Rehabilitation aus Patientensicht	122
4.6.3	Modellierung einer DiGA als Baustein des Rehabilitationsprozesses	124
4.7	Orchestrierungsebene	125
4.7.1	Inhaltliche Umsetzungsansätze	126
4.7.2	Technische Umsetzungsansätze	127
4.8	Informationssystemebene.....	128
4.8.1	Integration in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen	128
4.8.2	Kommunikationsebene	129
4.8.3	Datenebene	130
5	Der GISMOR-Ansatz in der Praxis	131
6	Evaluation des GISMOR-Ansatzes am Beispiel der Schulterrehabilitation.....	133
6.1	Das AGT-Reha-Projekt.....	133
6.2	Analyse von AGT-Reha anhand von GISMOR	135
6.2.1	Beschreibung der Anwendungsebene.....	135
6.2.2	Analyse der Interaktionsebene	136
6.2.3	Beschreibung und Analyse der Dienstleistungsebene	143
6.2.4	Beschreibung der Patientenebene.....	146
6.2.5	Analyse der Gamificationsebene.....	146
6.3	Optimierungsmöglichkeiten von AGT-Reha: AGT-Reha ⁺	151
6.3.1	Überblick über AGT-Reha ⁺	151
6.3.2	Funktionen von AGT-Reha ⁺	152
7	Diskussion	157
7.1	Diskussion der Methoden und Ergebnisse	157
7.2	Ausblick und Fazit	161
	Literaturverzeichnis.....	163
	Anhang	183
	Danksagung.....	247

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: PubMed-Publikationen mit Gamification-Bezug in Titel und Abstract	10
Abbildung 3-1: PRISMA-Flussdiagramm – Analyseschritte des Scoping Reviews	16
Abbildung 3-2: Anzahl der Spiele-Komponenten zur Unterstützung der Rehabilitation bei MSKE der Schulter (Mehrfachnennung möglich).....	21
Abbildung 3-3: Anzahl der Spiele-Mechaniken zur Unterstützung der Rehabilitation bei MSKE der Schulter (Mehrfachnennung möglich).....	23
Abbildung 3-4: Anzahl der Motivationsaspekte zur Unterstützung der Rehabilitation.....	24
Abbildung 3-5: Überblick über die Analyseschritte der App-Recherche	29
Abbildung 3-6: Spiele-Komponenten in Apps fürs MSKE der Schulter	34
Abbildung 4-1: GISMOR-Vorgehensmodell (Icons von [190])	37
Abbildung 4-2: Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme	40
Abbildung 4-3: Concept Map zum Modell gesundheitlicher Überzeugungen (nach [238])....	61
Abbildung 4-4: Concept Map zur Theorie der Schutzmotivation (nach [238])	61
Abbildung 4-5: Concept Map zur Theorie des geplanten Verhaltens (nach [238])	62
Abbildung 4-6: Concept Map zur sozial-kognitiven Theorie (nach [238])	63
Abbildung 4-7: Concept Map zum Strukturmodell der Rehabilitationsmotivation [242]	64
Abbildung 4-8: OnTARi-Metamodell [244]	72
Abbildung 4-9: OnTARi-Ausschnitt in Protégé [244]	73
Abbildung 4-10: Ausschnitt der OWL-Klassenspezifikation am Beispiel der Wahrnehmungsfähigkeit.....	74
Abbildung 4-11: Metamodel eines Zielbaums zur Erhöhung der Therapieadhärenz mittels Gamification	101
Abbildung 4-12: Medizinisch-therapeutische Maßnahmen am Beispiel der orthopädischen Rehabilitation [5]	120
Abbildung 4-13: Auswahl relevanter Beantragungen in Rehabilitationsprozessen.....	123
Abbildung 6-1: AGT-Reha Trainingsszene in der aktuellen Version 3 des Systems [307] ..	133

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Ursachen, Symptome, Diagnostik und Therapie ausgewählter Schulterläsionen..	6
Tabelle 3-1: Ein- und Ausschlusskriterien des Scoping Reviews.....	12
Tabelle 3-2: Suchbegriffe Scoping Review	14
Tabelle 3-3: Schritte der qualitativen Inhaltsanalyse (nach [60])	15
Tabelle 3-4: Relevante Literatur des Scoping Reviews	16
Tabelle 3-5: Heatmap - Anzahl der Anwendungssysteme pro Rehabilitationsphase	19
Tabelle 3-6: Ausschlusskriterien App-Recherche.....	27
Tabelle 3-7: Relevante Apps der Google Play Store Analyse	30
Tabelle 4-1: Design-Prinzipien persuasiver Systeme – Beschreibung und beispielhafte Implementierung [191], [193].....	43
Tabelle 4-2: Design-Prinzipien für ein optimales Benutzererlebnis [194], [195], [198]	44
Tabelle 4-3: Anzahl der Adhärenzfaktoren nach Indikation und Dimension gemäß WHO	56
Tabelle 4-4: Anzahl an Adhärenzfaktoren in wissenschaftlichen Publikationen.....	59
Tabelle 4-5: Merkmale der Domänen-Ontologie OnTARi	66
Tabelle 4-6: OnTARi's Glossar der Begriffe	67
Tabelle 4-7: In OnTARi verwendete binäre Relationen (Ausschnitt).....	71
Tabelle 4-8: Generische DL-Queries zur Abfrage von OnTARi	74
Tabelle 4-9: Spiel-Design-Elemente nach Werbach & Hunter [53]	78
Tabelle 4-10: Die Bedeutung der maslowschen Bedürfnispyramide für den Einsatz von Gamification	80
Tabelle 4-11: Bedeutung der Selbstbestimmungstheorie der Motivation für den Einsatz von Gamification	82
Tabelle 4-12: Entscheidungskriterien zur Auswahl rehabilitativer Maßnahmen aus Patientensicht [295]	122
Tabelle 4-13: Typische Datenelemente in Digitalen Gesundheitsanwendungen.....	130
Tabelle 6-1: Bewertung der Zuverlässigkeit von AGT-Reha	137
Tabelle 6-2: Bewertung der Benutzerfreundlichkeit von AGT-Reha	138
Tabelle 6-3: Bewertung der Vereinfachung von Aufgaben in AGT-Reha	139
Tabelle 6-4: Bewertung des sozialen Einflusses von AGT-Reha	140
Tabelle 6-5: Bewertung ethischer Aspekte in AGT-Reha	141
Tabelle 6-6: Bewertung der Informationsarchitektur in AGT-Reha.....	141
Tabelle 6-7: Bewertung der Erlernbarkeit von AGT-Reha.....	141
Tabelle 6-8: Bewertung der Sicherheit von AGT-Reha.....	142
Tabelle 6-9: Bewertung der Anpassbarkeit von AGT-Reha	142
Tabelle 6-10: Bewertung der Barrierefreiheit von AGT-Reha für Personen mit Einschränkungen	143
Tabelle 6-11: In AGT-Reha zu adressierende Bedürfnisse und Spiele-Mechaniken.....	148

Abkürzungsverzeichnis

3LGM ²	Drei-Ebenen-Metamodell (engl. three layer graph-based meta-model)
AAL	Altersgerechte Assistenzsysteme (engl. Ambient Assisted Living)
AGT	Assistierende Gesundheitstechnologien
AGT-Reha	Assistierende Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training
AHB	Anschlussheilbehandlung
AHB nach OP	Postoperative Anschlussrehabilitation
AHB ohne OP	Postakute Anschlussrehabilitation
App	Mobile Applikation
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BPMN	Business Process Model and Notation
DiGA	Digitale Gesundheitsanwendungen
DiGA-Verzeichnis	Verzeichnis für digitale Gesundheitsanwendungen
DiGAV	Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung
DL-Queries	Beschreibungslogik-Abfragen (engl. Description Logic Queries)
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DSS	Entscheidungsunterstützungssystem (engl. Decision Support System)
DVG	Digitale-Versorgung-Gesetz
FDA	Food and Drug Administration
FPM	Vier-Spieler-Modell (engl. Four Player Model)
GISMOR	Gamification Increasing Motivation for Rehabilitation
GKV	Gesetzliche Krankenkassen
GUI	Graphische Benutzeroberfläche (engl. Graphical User Interface)
HBM	Modell gesundheitlicher Überzeugung (engl. Health Belief Model)
IBP	Integrierter Behandlungspfad
ICD	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (engl. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems)
ICF	Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (engl. International Classification of Functioning, Disability and Health)
IEC	International Electrotechnical Commission
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IR	Information Retrieval
ISO	Internationale Organisation für Normung (engl. International Organization for Standardization)
MARS	Mobile App Rating Scale
MDCG	Guidance on Qualification and Classification of Software in Regulation (EU) 2017/745 – MDR and Regulation (EU) 2017/746 – IVDR
MDR	Medical Device Regulation
mHealth-App	Mobile Gesundheits-App (engl. mobile health App)
MeSH	Medical Subject Headings

MPG	Medizinproduktegesetz
MSKE	Muskuloskelettale Erkrankung
MTT	Medizinische Trainingstherapie
NSC	Nicht-Spieler-Charakter
OnTARi	Ontology for factors influencing therapy adherence to rehabilitation
OWL 2	Web Ontology Language version 2
PLRI	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
PMT	Theorie der Schutzmotivation (eng. Protection Motivation Theory)
PRISMA-ScR	PRISMA Erweiterung für Scoping Reviews (engl. PRISMA Extension for Scoping Reviews)
PsychoGame	An Psychological Perspective on Game-Design-Elements
SB	Service Blueprint
SC	Einfachzählung (engl. Single Count)
SCT	Sozialkognitive Theorie (engl. Social-Cognitive Theory)
SDT	Selbstbestimmungstheorie (engl. Self-Determination Theory)
SGB V	Fünftes Buch Sozialgesetzbuch
SGB IX	Neunte Buch Sozialgesetzbuch
SIS	Schulter Impingement Syndrome (engl. Subacromial Impingement Syndrom)
TPB	Theorie der geplanten Verhaltens (engl. Theory of Planned Behavior)
UX	Benutzererlebnis (engl. User Experience)
UI	Benutzerschnittstelle (engl. User Interface)
VIE-Theorie	Valenz-Instrumentalitäts-Erwartungs-Theorie
WHO	Weltgesundheitsorganisation (engl. World Health Organization)

Geschlechterbehandlung

Zugunsten besserer Lesbarkeit wird im folgenden Text auf eine geschlechterspezifische Differenzierung verzichtet. Personenbezogene Begriffe gelten stets für alle Geschlechter.

1 Einleitung

1.1 Gegenstand und Motivation

Die Behandlungsmotivation eines Patienten, genauer gesagt die Adhärenz, stellt einen zentralen Faktor für eine erfolgreiche Behandlung dar [1]. Gemäß der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO) erreichen im Durchschnitt jedoch nur 50% aller Patienten mit einer chronischen Erkrankung eine gute Adhärenz [2]. Dabei kann eine Nicht-Adhärenz, also eine nicht ausreichende „*Einhaltung der gemeinsam vom Patienten und dem medizinischen Fachpersonal [...] gesetzten Therapieziele*“ [3], die Effektivität der Behandlung gefährden [2]. Diese Tatsache trifft insbesondere auf die Behandlung chronischer Erkrankungen zu, die zu langfristigen Versorgungsprozessen führen, wie bspw. der Rehabilitation [2]. Rehabilitative Maßnahmen werden vor allem bei chronischen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems und des Bewegungsapparats sowie psychischen Erkrankungen eingesetzt [4]. Therapeutische Maßnahmen, wie Bewegungstherapie, Schmerztherapie, psychologische Behandlung oder Sozialberatung, finden im Rahmen des Rehabilitationsprozesses zunächst zeitlich begrenzt Anwendung [5], [6]. Für einen nachhaltigen Rehabilitationserfolg sind jedoch eine eigenverantwortliche „*[dauerhafte] Umsetzung der im [Rehabilitationsverfahren] eingeübten Verhaltens- und Lebensstiländerungen*“ [6] sowie die langfristige Durchführung nachgelagerter Rehabilitationsleistungen erforderlich. Bisherige Rehabilitationserfolge, die sich bereits eingestellt haben, könnten sonst mit der Zeit wieder abnehmen [7]. Unzureichendes Wissen über die eigene Erkrankung, fehlendes Vertrauen in die Therapie, Vergesslichkeit sowie ein geringes Maß an Motivation, fehlendes Eigeninteresse und die Lebensumstände der Patienten tragen dazu bei, dass Rehabilitationsprozesse zu früh abgebrochen oder nur sporadisch eingehalten werden [7], [8], [9]. Hinzu kommt, dass die Vielzahl an Dienstleistungen und bürokratischen Regelungen zu immer komplexeren, sektorenübergreifenden Behandlungspfaden führt, die von den Betroffenen koordiniert werden müssen [10], [11]. Die Auswahl und Bündelung (*Orchestrierung*) einzelner Gesundheitsdienstleistungen zu einem integrierten Behandlungspfad (IBP) gestaltet sich aus Patientensicht schwierig [12].

Zur Steigerung der Motivation und Adhärenz bei der Behandlung von Patienten mit chronischen Erkrankungen existiert eine Vielzahl von Ansätzen. Neben konventionellen Methoden, wie dem „Praxisleitfaden zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Leistungen zur medizinischen Rehabilitation“ [7] oder dem Selbstwirksamkeitsmodell von Picha et al. [13], liegen immer mehr Ansätze vor, die auf Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) basieren. Hierzu zählen u. a. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA). Bei diesen handelt es sich um Medizinprodukte einer geringen Risikoklasse, die Patienten als ‘digitale Helfer’ dienen [14]. Ziel ist es, mit DiGA einen Beitrag zur „*Erkennung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten [...]*“ [15] sowie zur „*Unterstützung des Gesundheitshandelns*“ [15] der Patienten zu leisten. Im Fokus steht neben der Koordination von Behandlungsabläufen, der Patientensicherheit und Gesundheitskompetenz auch die Therapieadhärenz [15]. Das im Dezember 2019 in Kraft getretene „Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und In-

novation“ (Digitale-Versorgung-Gesetz, DVG) eröffnet die Möglichkeit zur Abrechnung mobiler Gesundheits-Apps (mHealth-App) über die gesetzlichen Krankenkassen. Vereinfacht werden DiGA daher oftmals als ‘Apps auf Rezept’ bezeichnet [16].

Auch im Zuge der Nutzung von Gamification zum Zweck der Motivationssteigerung und Therapieunterstützung werden neben klassischen bildschirmbasierten Applikationen vermehrt Web-Anwendungen und mHealth-Apps entwickelt [17]. Bereits in der Vergangenheit haben Studien gezeigt, dass sich die Motivation und/oder Adhärenz im therapeutischen Bereich durch Gamification verbessern kann [18], [19], [20]. Die Grundidee besteht im Einsatz von Spiel-Design-Elementen in einem spielefremden Kontext [21]. Neben Belohnungssystemen, Feedback-funktionen und Fortschrittsanzeigen kommen eine Vielzahl weiterer Spiel-Design-Elemente, wie Avatare, Ranglisten und Quests zur Anwendung [22], [23]. Die Auswahl, Kombination und Implementierung von Spiel-Design-Elementen erscheinen jedoch häufig unüberlegt [24]. So wird der faktischen Wirkung einzelner Spiel-Design-Elemente auf die Motivation und Adhärenz der Patienten kaum Aufmerksamkeit geschenkt [24]. Weiterhin liegt der Schwerpunkt derartiger Anwendungen zumeist auf einem spezifischen Abschnitt des Rehabilitationsprozesses. Umfassende, prozessübergreifende Anwendungen, die die Patienten im Sinne des Disease Managements über mehrere Phasen des Rehabilitationsprozesses hinweg motivierend begleiten, scheint es hingegen nur selten zu geben [24].

1.2 Problemstellung

Die offensichtlichen, bisher unausgeschöpften Potentiale von Gamification, der stetig zunehmende Markt an mHealth-Apps sowie die mit dem DVG einhergehenden Abrechnungsmöglichkeiten, eröffnen neue digitale Wege zur Unterstützung von Rehabilitationsprozessen. So können in Form von DiGA abrechnungsfähige Medizinische Assistenzsysteme entwickelt werden, die spielerisch die Selbstmanagementfähigkeiten der Patienten stärken und insgesamt zu einer Steigerung der Motivation und Adhärenz beitragen.

Bei der Entwicklung und Verbesserung einsatzfähiger DiGA sind eine Reihe rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Hinzu kommen organisatorische und technische Anforderungen zur Einbindung einer DiGA in den Rehabilitationsprozess. Eine besondere Herausforderung stellt darüber hinaus die adäquate auf die Zielgruppe ausgerichtete Auswahl, Kombination und Umsetzung von Spiel-Design-Elementen zur gezielten Adressierung von Adhärenzfaktoren dar. Für den erfolgreichen Einsatz von DiGA, die einen Beitrag zur Qualität und Effizienz von Rehabilitationsprozessen leisten, wäre daher eine strukturierte Vorgehensweise zur Entwicklung und Optimierung von DiGA sinnvoll, welche die zuvor genannten Aspekte miteinander verknüpft.

Folgende sich hieraus ableitende Probleme sollen in dieser Dissertation bearbeitet werden.

Problem 1: Es ist nicht bekannt, welche technikgestützten Ansätze unter Verwendung von Spiel-Design-Elementen bereits zur Unterstützung der Rehabilitation eingesetzt werden und welche Wirkung diese auf die Motivation und Adhärenz der Patienten haben.

- Problem 2:** Es ist keine ganzheitliche Vorgehensweise bekannt, die die Entwicklung und Verbesserung von DiGA zur Steigerung der Adhärenz und Motivation durch Gamification in der Rehabilitation auf strukturierte Art und Weise unterstützt.
- Problem 3:** Es ist nicht bekannt, wie eine derartige Vorgehensweise in der Praxis zur Entwicklung und Verbesserung Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA eingesetzt werden kann.
- Problem 4:** Es ist nicht bekannt, ob eine derartige Vorgehensweise zur Entwicklung, Analyse und Optimierung von Medizinischen Assistenzsystemen und DiGA in der Praxis einsatzfähig ist.

1.3 Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel dieser Dissertation ist es, einen ganzheitlichen Ansatz zur Entwicklung und Verbesserung von DiGA für die Rehabilitation zum Zweck der Motivations- und Adhärenzsteigerung durch Gamification zu erstellen und in der Praxis zu erproben. Der entwickelte Ansatz soll möglichst für unterschiedliche Rehabilitationsprozesse und verschiedene chronische Erkrankungen mit Rehabilitationsbedarf geeignet sein. Dies erfordert ein möglichst generisches Vorgehen bei der Konzeptualisierung des Ansatzes. Um den Realitätsbezug des Ansatzes zu sichern und ihn hinsichtlich der Einsatzfähigkeit in der Praxis (*Praktikabilität*) zu prüfen, wird das Krankheitsbild der Schulterläsionen als durchgängiges Anwendungsbeispiel genutzt. Mit einer Prävalenz von 3,63% zählen Schulterläsionen zu den häufigsten Ursachen von chronischen Schulterschmerzen [25], [26]. In Deutschland belaufen sich die jährlichen Krankheitskosten auf etwa 2,14 Mrd. Euro, wobei die indirekten Kosten aufgrund von Arbeitsunfähigkeitstagen die direkten Kosten übersteigen [25].

Es ergeben sich folgende Teilziele, die in dieser Dissertation erreicht werden sollen.

- Ziel 1:** Ermittlung existierender technikgestützter Ansätze in der Rehabilitation und der in ihnen verwendeten Spiel-Design-Elemente sowie der durch sie erzielten Motivationsresultate am Beispiel von Patienten mit muskuloskelettalen Erkrankungen der Schulter.
- Ziel 2:** Erstellung einer ganzheitlichen Vorgehensweise zur Entwicklung und Verbesserung DiGA für die Rehabilitation mit dem Ziel der Motivations- und Adhärenzsteigerung durch Gamification.
- Ziel 3:** Entwicklung eines Anwendungsleitfadens zur Nutzung des Ansatzes in der Praxis.
- Ziel 4:** Evaluation des entwickelten Ansatzes im Hinblick auf seine Einsatzfähigkeit in der Praxis am Beispiel des für die Rehabilitation von muskuloskelettalen Erkrankungen der Schulter entwickelten Medizinischen Assistenzsystems AGT-Reha.

1.4 Gliederung der Arbeit

Die vorliegende Dissertation erläutert in *Kapitel 2* zunächst grundlegende medizinische Begriffe, wie Rehabilitation und muskuloskelettaler Erkrankungen (MSKE) der Schulter, sowie informatische Begriffe, die für ein besseres Verständnis dieser Arbeit erforderlich sind. Hierbei werden u. a. die Begriffe Medizinische Assistenzsysteme, Assistierende Gesundheitstechnologien und DiGA definiert und voneinander abgegrenzt. *Kapitel 3* umfasst die Planung, Durchführung und Auswertung eines Scoping Reviews und einer App-Recherche. Diese dienen der Ermittlung des Stands der Forschung hinsichtlich der Anwendungsbereiche, implementierten Spiel-Design-Elemente und erzielten Motivationsresultate existierender technikgestützter Ansätze zur Unterstützung der Rehabilitation von Patienten mit MSKE der Schulter. Das sich anschließende *Kapitel 4* bildet mit der Entwicklung des GISMOR-Ansatzes – ‘Gamification Increasing Motivation for Rehabilitation’ – den methodischen Kern dieser Dissertation. Nach Planung der Vorgehensweise zur Entwicklung des Ansatzes erfolgt die eigentliche Konzeptualisierung über acht Ebenen. Die Interaktionsebene beschreibt den Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme und arbeitet Design-Prinzipien für diese heraus. Die Dienstleistungsebene analysiert anschließend welche rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen eine DiGA erfüllen sollte. Die Ermittlung, Analyse und Repräsentation von Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation erfolgt in der Patientenebene. Neben einer Literaturstudie zur Erhebung der Adhärenzfaktoren umfasst sie die Entwicklung einer Ontologie als Wissensbasis für die adäquate Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen über die Gamificationsebene. Diese identifiziert und analysiert zunächst eine Reihe von Spiele-Komponenten hinsichtlich ihrer potentiellen Wirkung auf die psychologischen Grundbedürfnisse eines Individuums. Aufbauend hierauf wird ein theoretisches Framework zur gezielten Adressierung ausgewählter harter Adhärenzfaktoren entwickelt. *Kapitel 4* schließt mit der perspektivischen Einbindung von DiGA in Rehabilitationsprozesse sowie die Integration in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen ab. *Kapitel 5* beschreibt anschließend, wie der GISMOR-Ansatz mit Hilfe eines hierfür entwickelten Anwendungsleitfadens auch ohne diese Dissertation angewendet werden kann. Die Erprobung des GISMOR-Ansatzes erfolgt in *Kapitel 6* am Beispiel einer schrittweisen Analyse des Telerehabilitationssystems AGT-Reha. Aufgrund der langjährigen Mitarbeit im AGT-Reha-Projekt und der hierbei gesammelten Erfahrungen in verschiedenen Phasen des Projekts, stellt dieses eine optimale Ausgangsbasis zur Evaluation von GISMOR dar. Neben Verbesserungspotentialen werden hier auch konkrete Möglichkeiten zur Optimierung aufgezeigt. Den Abschluss dieser Dissertation bildet die Diskussion in *Kapitel 7*. Sie fasst zunächst die bereits in den vorherigen Kapiteln einzeln durchgeführten Diskussionen und Limitationen zur angewendeten Methodik zusammen und schließt mit einem Ausblick auf zukünftige Arbeiten in dem Forschungsfeld ab.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden für diese Arbeit grundlegende medizinische Begriffe, wie Rehabilitation und Therapieadhärenz, ebenso wie informatische Begriffe, wie transinstitutionelle Informationssysteme im Gesundheitswesen und Medizinische Assistenzsysteme, erläutert.

2.1 Rehabilitation

Rehabilitation, als dritte Säule des deutschen Gesundheitssystems, beschreibt einen transinstitutionellen, interdisziplinären Versorgungsprozess mit dem Ziel *„drohende oder bereits manifeste Beeinträchtigungen der Teilhabe am Arbeitsleben und am Leben in der Gesellschaft [...] abzuwenden, zu beseitigen, zu mindern, ihre Verschlimmerung zu verhüten oder ihre Folgen zu mildern“* [27], [5]. Rehabilitative Maßnahmen kommen bei chronischen neurologischen, kardiologischen und muskuloskelettalen Erkrankungen zum Einsatz [27]. Sie können stationär, teilstationär oder ambulant angewendet werden. Entsprechend der konkreten Ziele der durchgeführten Leistungen und dem Leistungsumfang wird zwischen vier Arten der Rehabilitation unterschieden: (1) Medizinische Rehabilitation, (2) medizinisch-beruflich orientierte Rehabilitation, (3) berufliche Rehabilitation und (4) soziale Rehabilitation [5], [28]. In Bezug auf muskuloskelettale Erkrankungen (MSKE) existieren dabei drei übergeordnete konservative Behandlungsverfahren: das primäre Heilverfahren, die postakute Anschlussrehabilitation (AHB ohne OP) und die postoperative Anschlussrehabilitation (AHB nach OP) [5]. Die therapeutischen Maßnahmen sind vielfältig und reichen von der Bewegungstherapie, physikalischen Therapie und Schmerztherapie über die psychologische Behandlung und Sozialberatung bis hin zur Komplementärmedizin, die sowohl Naturheilverfahren als auch alternativmedizinische Maßnahmen umfasst [5], [29]. Welche Maßnahmen zur Bewältigung einer Erkrankung angewendet werden, ist vom Einzelfall abhängig. Dabei spielen gemäß dem *bio-psycho-sozial Modell der Komponenten der Gesundheit* sowohl die Indikation, die Rehabilitationsziele, die Motivation der Patienten als auch weitere Situations- und Patientenfaktoren eine Rolle [27].

2.2 Muskuloskelettale Erkrankungen der Schulter

Erkrankungen und Verletzungen des Haltungs- und Bewegungsapparats, sogenannte MSKE, zählen zu den häufigsten chronischen Erkrankungen in Deutschland [30]. Der Begriff MSKE umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Krankheitsbilder, die zunehmend im Alter auftreten und zu *„chronischen Schmerzen, körperlichen Funktionseinschränkungen und Verlust an Lebensqualität“* [30] führen können [31]. Neben Frakturen, Luxationen sowie entzündlichen und degenerativen Erkrankungen zählen auch Tumore, angeborene Erkrankungen des Skelettsystems und Erkrankungen des kindlichen Skelettsystems zu diesen [31]. Die häufigsten MSKE sind Arthrose (*degenerativ Erkrankung*), rheumatoide Arthritis (*entzündliche Erkrankung*) und Osteoporose (*Skeletterkrankung*) [30]. Häufigste Ursache für chronische Schulterschmerzen sind daneben Schulterläsionen [26]. Gemäß Internationaler statistischer Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, ICD-10), umfasst die Klasse der Schulterläsionen M75.- u. a. folgende Erkrankungen: Frozen Shoulder, Rotatorenmanschettenruptur,

Entzündung der Bizepssehne, Kalkschulter, Impingement-Syndrom, Schleimbeutelentzündung. Die vorliegende Arbeit fokussiert die in Tabelle 2-1 aufgeführten Formen von Schulterläsionen, die sich grundsätzlich weder in der Diagnostik noch der Therapie unterscheiden.

Tabelle 2-1: Ursachen, Symptome, Diagnostik und Therapie ausgewählter Schulterläsionen [32], [33], [34], [35]

	Frozen Shoulder	Ruptur der Rotatorenmanschette	Impingement
<i>Beschreibung</i>	Entzündung der Schultergelenkkapsel (Schultersteife)	Riss oder Abriss der Sehnen am Oberarmkopf	Komprimierung von Muskeln, Sehnen oder Nerven unter dem Schulterdach
<i>Typische Symptome</i>	- Verringerte Beweglichkeit (aktiv/passiv) - Bewegungsschmerz	- Schmerzen - Nachtschmerzen - Schwäche	- Impingementzeichen - Bewegungsschmerz - Nachtschmerz
<i>Mögliche Ursachen</i>	- Verletzungen - Schulteroperation	- Verschleiß - Verletzungen - Schweres Heben	- Arthritis - Überbeanspruchung - Verletzungen
<i>Diagnostik</i>	- Krankengeschichte - Körperliche Untersuchung (Range of Motion, Stärke, Impingementzeichen) - Röntgen ggf. mit Lidocain-Injektion - Arthrographie (selten) - Magnetresonanztomographie (MRT) - Sonographie - Arthroskopie		
<i>Potentielle Therapie</i>	- Narkosemobilisation - Steroidinjektion	- Ruhe	- Ruhe - Steroidinjektionen
	- Rehabilitation (Bewegungstherapie, Physiotherapie, ...) - Konservative Maßnahmen (Eisbehandlung, Schmerzmittel, ...) - Nichtsteroidales Antirheumatikum - Operative Behandlung (z. B. Arthroskopie)		

2.3 Therapieadhärenz, Patienten-Empowerment und Motivation

Generell lässt sich Adhärenz beschreiben als „*the extent to which a person's behavior – taking medication, following a diet, and/or executing lifestyle changes, corresponds with agreed recommendations from a health care provider*“ [36]. In der Rehabilitation, die nicht nur durch einzelne Maßnahmen geprägt ist, sondern verschiedene Phasen durchläuft, erscheint es sinnvoll, diese Definition im Hinblick auf die empfohlenen Maßnahmen auszuweiten. Demnach ist nicht nur das Ausmaß der Befolgung von Empfehlungen eines Arztes bzw. Therapeuten als Therapieadhärenz anzusehen, sondern vielmehr die Befolgung genereller Maßnahmen zur Durchführung einer wirksamen Therapie, „*unabhängig davon, wer sie im konkreten Fall empfohlen hat*“ [37]. Dabei existiert eine Vielzahl von Faktoren, die die Adhärenz von Patienten mit chronischen Erkrankungen beeinflussen, sowohl positiv als auch negativ [38].

Ein Weg zu höherer Therapieadhärenz ist das Patienten-Empowerment. So hat sich die passive Rolle des Patienten vom Zuschauer mit einfacher Befolgung der Anweisungen eines Arztes bzw. Therapeuten (*paternalistische Beziehung*), zur aktiven Rolle als Mitwirkender und Mitentscheider (*selbstbestimmte Beziehung*) hin verschoben [39], [40]. Das Patienten-Empowerment beschreibt dabei den Prozess, der Patienten dazu befähigt das Wissen, die Fähigkeit und die Haltung zu erlangen, die notwendig sind, um am Versorgungsprozess mitzuwirken

(*Selbstmanagement*) und Entscheidungen über die eigene Versorgung und Gesundheit treffen zu können (*partizipative Entscheidungsfindung*) [9], [39]. In diesem Prozess sind drei Komponenten wesentlich: (1) Patientenwissen, (2) Patientenfähigkeiten und (3) Patientenpartizipation [9]. Das Patientenwissen beschreibt das Vorhandensein von Gesundheitsinformationen, wie z. B. Krankheitsverlauf, Therapien und Gründe für die Entscheidungsfindung eines Arztes, um diese für den Patienten nachvollziehbar und nutzbar zu machen [9]. Die Patientenfähigkeiten setzen sich aus der Selbstwirksamkeit und der Gesundheitskompetenz zusammen. Letztere ist eng verknüpft mit dem Patientenwissen und beschreibt die Fähigkeiten eines Patienten, Gesundheitsinformationen zu verstehen und für die Entscheidungsfindung zu nutzen [9]. Für eine erfolgreiche Umsetzung und damit Erhöhung der Selbstmanagementfähigkeiten sind Adaptivität und Interaktivität wesentliche Kriterien [41]. So sind Gesundheitsinformationen in Abhängigkeit zum Kenntnisstand der Patienten bereitzustellen, Transparenz in Bezug auf die Erkrankung, Behandlung und Therapien zu schaffen sowie Patienten aktiv in den Versorgungsprozess einzubinden. Die Patientenpartizipation beschreibt schließlich die eigentliche Mitwirkung eines Patienten am Versorgungsprozess und wird häufig im Zusammenhang mit chronischen Erkrankungen verwendet [9]. Insgesamt gibt es viele Möglichkeiten, die ein Patient hat, um am Versorgungsprozess mitzuwirken. Neben der physischen Anwesenheit während der Behandlung zählen das Eigeninteresse und die Motivation der Patienten, die sogenannte Gesundheitsmotivation, zu dessen Schlüsselbeiträgen [9]. Sie beschreibt „*das Ausmaß an Bedeutung, das ein Mensch seinem Gesundheitszustand entgegenbringt, wobei der persönlichen Relevanz durch entsprechendes gesundheitsbewusstes Verhalten und Interesse an Vorsorgemaßnahmen Nachdruck verliehen wird*“ [42]. Je höher die Gesundheitsmotivation eines Patienten also ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Therapie adhärent durchgeführt wird [42]. Mit Blick auf die Motivationsforschung wird schnell die Vielschichtigkeit des Begriffs klar. So richtet sich Motivation in Abhängigkeit des betrachteten Motivationsmodells nach den individuellen Grundbedürfnissen, Motiven, Zielen, Neigungen und Trieben eines Patienten [42]. Motivation lässt sich in einem hierarchischen Modell als intrinsische und extrinsische Motivation beschreiben. Externe Einflüsse, wie z. B. Anreize in Form von Belohnungen oder aber Bestrafungen, können sowohl positive als auch negative Effekte auf die intrinsische Motivation hervorrufen. Je nach Situation (Gegebenheiten, Umwelt) führt die Gesundheitsmotivation eines Patienten zu unterschiedlichen Verhaltensweisen und somit Handlungen, die in einem individuellen Therapieergebnis mit entsprechenden Folgen münden [43].

2.4 Kundeninduzierte Orchestrierung von Gesundheitsdienstleistungen

Vor einigen Jahren zählten Patienten noch klar zu den Zuschauern im Versorgungsprozess, die das Erbringen von Gesundheitsdienstleistungen lediglich induzierten, die Dienstleistungen selbst aber von einem oder in Kooperation mehrerer Anbieter einer Dienstleistung zusammengestellt wurden (*anbieterinduzierte Orchestrierung*) [12], [39]. Zunehmend nehmen Patienten jedoch eine aktive Rolle als Mitwirkende und Mitentscheider im Versorgungsprozess ein [39]. Durch den Prozess des Patienten-Empowerments und der damit verbundenen Informiertheit der Patienten wird es diesen mehr und mehr möglich einzelne Dienstleistungen auszuwählen und

zu bündeln (*kundeninduzierte Orchestrierung*) [12], [39]. In Rehabilitationsprozessen bedeutet dies insbesondere die Auswahl und Kombination einzelner rehabilitativer Maßnahmen unter Berücksichtigung rechtlicher und finanzieller Rahmenbedingungen – über alle Rehabilitationsphasen hinweg – zu einem integrierten Behandlungspfad.

Durch diesen Paradigmenwechseln vom Patienten als Hilfesuchenden zum Patienten als ‘Kunden’ soll eine bedarfsgerechtere, an den einzelnen Patienten angepasste Orchestrierung mit höherer Patientenzufriedenheit ermöglicht werden [12]. Die Herausforderung hierbei ist es, Patienten dazu zu befähigen, die Orchestrierung von Gesundheitsdienstleistungen selbst vorzunehmen [12]. So fehlt Patienten häufig das notwendige Wissen über die eigene Erkrankung, einzelne Gesundheitsdienstleistungen und mögliche Behandlungspfade, um rehabilitative Maßnahmen gemäß des größtmöglichen Benefits zusammenstellen [12], [44]. In einem langwierigen Versorgungsprozess, wie der Rehabilitation, kommen weiterhin grundlegende Motivations- und Adhärenzfaktoren hinzu, die den fortlaufenden Prozess der kundeninduzierten Orchestrierung erschweren – insbesondere in späteren Phasen des Versorgungsprozesses.

2.5 Medizinische Assistenzsysteme, Assistierende Gesundheitstechnologien und Digitale Gesundheitsanwendungen

Technische Hilfsmittel, die auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) Patienten in der Prävention, Rehabilitation und/oder Nachsorge „*bei der Durchführung der angeordneten Behandlung*“ [45] unterstützen, sind nach John et al. [45] generell als *Medizinische Assistenzsysteme* zu bezeichnen. Synonyme Verwendung finden, sowohl in der Literatur als auch Praxis, die Bezeichnungen *Altersgerechte Assistenzsysteme/Ambient Assisted Living-Systeme* (AAL-Systeme) und *Assistierende Gesundheitstechnologien* (AGT) [46]. Bei genauer Betrachtung der jeweiligen Definitionen wird jedoch klar, dass hier durchaus Unterschiede vorliegen. So sind unter AAL-Systemen i. d. R. Technologien zur Unterstützung älterer Menschen im alltäglichen Leben über alle Lebensphasen hinweg zu verstehen [47]. Unter AGTn hingegen ganz allgemein ambiente, sensor-basierte IKT, die einen Beitrag zur Gesundheit und Gesundheitsversorgung sowie Lebensqualität einer Person leisten [46]. Medizinische Assistenzsysteme, die unter das Medizinproduktegesetz (MPG) fallen und entsprechend festgesetzter Kriterien als ‘digitale Helfer’ für Patienten anzusehen sind, können gemäß des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) darüber hinaus als abrechnungsfähige DiGA bezeichnet werden [14]. Dementsprechend sind alle auf Basis des in dieser Arbeit zu entwickelnden Ansatzes implementierten Anwendungen zunächst ebenfalls als Medizinische Assistenzsysteme anzusehen. Inwieweit darüber hinaus eine Einstufung der Medizinischen Assistenzsysteme als DiGA möglich ist, wird in Unterabschnitt 4.3.2 analysiert.

2.6 Transinstitutionelle und interoperable Informationssysteme des Gesundheitswesens

Gemäß Ammenwerth et al. [48] handelt es sich bei einem Informationssystem um „*das (sozio-technische) Teilsystem einer Einrichtung, das aus den informationsverarbeitenden Prozessen und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträgern besteht*“ [48].

Während institutionelle Informationssysteme der Informationsverarbeitung und -speicherung in einer spezifischen Einrichtung dienen, arbeiten transinstitutionelle Informationssysteme organisationsübergreifend über die Grenzen einzelner Einrichtungen hinweg [49]. In sogenannten Gesundheitsnetzwerken werden transinstitutionelle Informationssysteme benötigt, um organisationsübergreifende Geschäftsprozesse zu implementieren, d. h., Daten, Informationen und Wissen zwischen verschiedenen Einrichtungen der Gesundheitsversorgung auszutauschen, bspw. unter Krankenhäusern, stationären und ambulanten Rehabilitationseinrichtungen oder auch dem häuslichen Umfeld [48], [49]. Der Austausch und die gemeinsame Nutzung von (Patienten-)Daten soll schließlich in einer kooperativen, einrichtungsübergreifenden Versorgung münden, in der der Patient im Zentrum steht (*patientenzentrierte Gesundheitsversorgung*) [49].

Die Umsetzung transinstitutioneller Informationssysteme bringt eine Reihe technischer, organisatorischer und rechtlicher Anforderungen mit sich, sowohl an die Architektur des transinstitutionellen Informationssystems selbst als auch an die Informationssystemarchitektur der einzelnen beteiligten Einrichtungen [49]. Neben der Neugestaltung von existierenden Versorgungs- und Geschäftsprozessen, der strikten Regelung von Verantwortlichkeiten, der Konstruktion neuer Abrechnungs- und Finanzierungsmöglichkeiten sowie der Einhaltung datenschutzrechtlicher Vorgaben stellt Interoperabilität eine wesentliche (technische) Voraussetzung transinstitutioneller Informationssysteme dar [49], [50]. Folglich müssen alle Werkzeuge der Informationsverarbeitung, d. h. sowohl Anwendungsbausteine als auch physische Datenverarbeitungsbausteine, einer Einrichtung in der Lage sein, mit den ‘Systemen’ einer anderen Einrichtung zusammenzuarbeiten, um ein interoperables Informationssystem und somit transinstitutionelle Geschäftsprozesse implementieren zu können [48], [50]. Die Einhaltung von Kommunikations- und Terminologiestandards ist hierfür unerlässlich [49].

2.7 Gamification in der Medizin

Das Konzept Gamification hat in den letzten 10 Jahren sowohl in der Forschung (Abbildung 2-1) als auch in der Praxis immer mehr an Bedeutung gewonnen [21], [51]. Sowohl „*der technologische Fortschritt [...] und die damit einhergehende Möglichkeit mit Hilfe von Sensoren bestimmte Alltagsaktivitäten zu registrieren*“ [52] als auch „*die zunehmende Akzeptanz von Computerspielen als kulturelles Gut*“ [52] haben ihren Beitrag hierzu geleistet. Die Grundidee des Gamification-Konzepts besteht gemäß der Definition von Deterding et al. [21] im Einsatz von Spiel-Design-Elementen in einem spielefremden Kontext. Dabei geht es jedoch nicht darum, Technologien der Spieleindustrie in einem spielefremden Kontext, wie Marketing, Arbeit, Bildung, Umweltschutz oder Gesundheit, zu verwenden oder gar vollwertige Spiele zu entwickeln [21], [52]. Vielmehr steht die Nutzung von Aspekten des Spiele-Designs und einzelner Spiele-Elemente im Vordergrund, um somit die Charakteristika von Spielen in einen spielefremden Kontext zu übertragen [21]. Die wohl wichtigste Charakteristik – die Spielfreude, definiert als Erlebnis- und Verhaltensqualität – kann nur durch spielerische Interaktionsmöglichkeiten und ein spielerisches Design erreicht werden [21]. Üblicherweise gelingt dies durch die Nutzung sogenannter Spiel-Design-Elemente [21], [53].

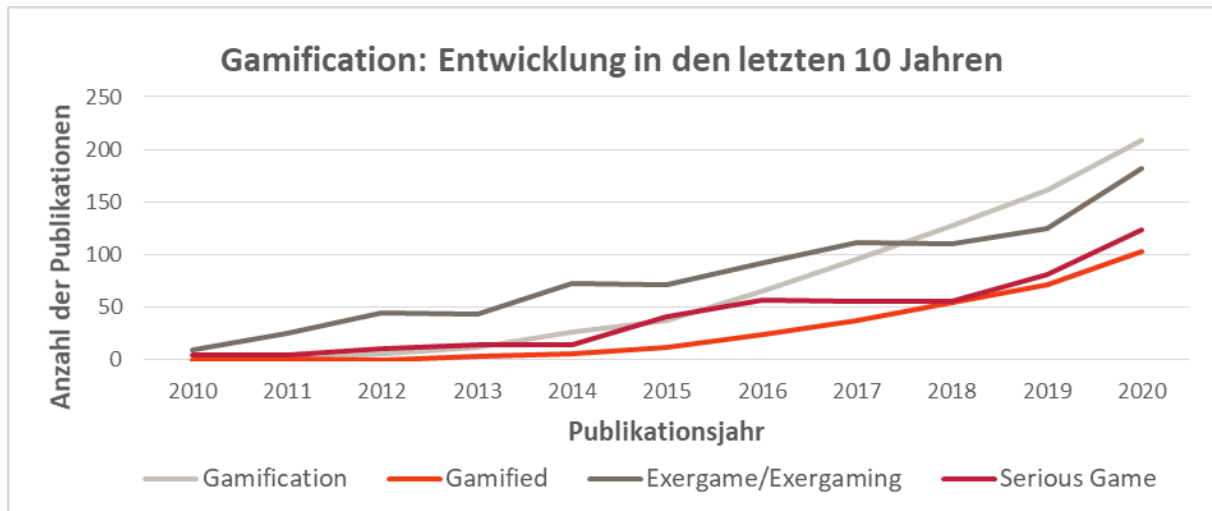


Abbildung 2-1: PubMed-Publikationen mit Gamification-Bezug in Titel und Abstract (Stand: 07.02.2021)

Insgesamt ist zu beachten, dass Gamification unabhängig von der Nutzungsintensität, dem gegebenen Kontext und der Implementierungsumgebung zu sehen ist [21]. Dies impliziert, dass Gamification nicht nur bei digital-gestützten Aktivitäten und Prozessen einsetzbar ist [52]. Gamification findet sich auch im alltäglichen Leben, der Realität, auch wenn sie dort zumeist nicht bewusst als solche wahrgenommen wird [52]. So finden sich bspw. in der Gastronomie oder im Handel Bonusprogramme bei denen der Kunde Treuepunkte bzw. Stempel in Bonuskarten sammeln kann – „buy 10 get 1 free“ [54], [55]. Dies erhöht nicht nur die Kundenbindung, sondern gestaltet auch das Käuferlebnis spielerisch [54], [55].

3 Medizinische Assistenzsysteme in der Schulterrehabilitation

Dieses Kapitel dient der Erhebung des Stands der Forschung hinsichtlich bisher verwendeter Spiel-Design-Elemente, deren konkreten Umsetzung sowie der genutzten Motivationskonzepte in verschiedenen Phasen des Rehabilitationsprozesses. Mittels eines Scoping Reviews [56] sind die Anwendungsbereiche, implementierten Spiel-Design-Elemente und ggf. erzielten Motivationsresultate existierender technikgestützter Ansätze zur Unterstützung der Rehabilitation von Patienten mit MSKE der Schulter zu untersuchen. Komplementierend findet eine Analyse im Google Play Store statt. Eine Zusammenfassung der Kernergebnisse der Reviews, und damit eine Beschreibung etwaiger Forschungslücken, erfolgt abschließend in Abschnitt 3.3.

3.1 Scoping Review: Gamification zur Steigerung der Adhärenz

3.1.1 Reviewprotokoll

Die Erstellung des Reviewprotokolls zur Literaturstudie „Gamification in Rehabilitation of Patients With Musculoskeletal Diseases of the Shoulder: Scoping Review“ [24] erfolgt gemäß der erweiterten PRISMA Checkliste für Scoping Reviews *PRISMA-ScR* [56].

3.1.1.1 Ziele

Das übergeordnete Ziel dieser Literaturrecherche liegt in der Ermittlung technikgestützter Ansätze zur Unterstützung des Rehabilitationsprozesses von Patienten mit MSKE der Schulter. Um einen Überblick über die Anwendungsbereiche, die verwendeten Spiel-Design-Elemente und die hierbei angesprochenen Motivationskonzepte zu erhalten, sind jegliche IKT zu analysieren, die Spiel-Design-Elemente verwenden. Es resultieren drei Kategorien von Fragen: (A) Rehabilitationsprozess, (B) Gamification und (C) Motivation. Mit Hilfe des Reviews sind die nachfolgend aufgeführten Fragen zu beantworten.

(A) Rehabilitationsprozess

1. Für welche Zwecke werden die Anwendungssysteme genutzt (Anwendungsbereich)?
2. In welchen Rehabilitationsphasen werden die Anwendungssysteme eingesetzt?

(B) Gamification

1. Wie erfolgt die generelle Umsetzung von Gamification in den Anwendungssystemen?
2. Welche Spiel-Design-Elemente verwenden die Anwendungssysteme?

(C) Motivation

1. Welche Motivationskonzepte adressieren die Anwendungssysteme?
2. Welche Aspekte der Anwendungssysteme wurden evaluiert?
3. Konnte eine Adhärenz- bzw. Motivationssteigerung erreicht werden?

3.1.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Im **Allgemeinen** werden peer-reviewte Artikel, Reviews und Konferenzartikel, die im Zeitraum zwischen 1997 und Mitte 2019 publiziert wurden, eingeschlossen. Es werden Artikel in jeglicher Sprache berücksichtigt. Für Literatur, die nicht in Englisch oder Deutsch verfasst ist, wird

versucht ein Übersetzer zu finden. Ist es trotz entsprechender Bemühungen nicht möglich eine als relevant eingestufte Publikation zu übersetzen, ist diese nachträglich auszuschließen.

Bezüglich der betrachteten **Population** sind alle Publikationen einzuschließen, in denen der Fokus auf Patienten mit MSKE der Schulter liegt (Tabelle 3-1). Dies schließt Patienten mit folgenden Krankheitsbildern ein: Frakturen, Luxationen, entzündliche Erkrankungen und degenerative Erkrankungen [31]. MSKE wie Tumore und tumorähnliche Läsionen, angeborene Erkrankungen des Skelettsystems sowie Erkrankungen des kindlichen Skelettsystems [31] finden keine Berücksichtigung. Weiterhin sind aufgrund der Besonderheiten in der Behandlung Publikationen auszuschließen, die Patienten mit Amputationen und/oder Prothesen fokussieren.

Tabelle 3-1: Ein- und Ausschlusskriterien des Scoping Reviews

Kategorie	Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<i>Allgemeines</i>	1. Publikationsart <ol style="list-style-type: none"> Peer-reviewed Artikel Konferenzartikel Reviews 	1. Artikel nicht in Deutsch oder Englisch und trotz entsprechender Bemühungen nicht übersetzbar
<i>Population</i>	2. Publikationsdatum: Jan 1997 - Juli 2019 3. Fokus auf muskuloskelettale Schultergelenkspatienten <ol style="list-style-type: none"> Frakturen Luxationen Entzündliche Erkrankungen Degenerative Erkrankungen 	
<i>Intervention</i>	4. Betrachtetes Anwendungssystem dient der Unterstützung im Rehabilitationsprozess	2. Kein Fokus auf muskuloskelettale Schultergelenkspatienten <ol style="list-style-type: none"> Neurologischen Erkrankungen Herz-Kreislauf-Erkrankungen Krebserkrankungen (inkl. Tumore und tumorähnliche Läsionen der Schulter) Muskuloskelettale Erkrankungen <u>nicht</u> Schultergelenk Angeborene Erkrankungen des Skelettsystems Amputationen/Prothesen Sonstige Erkrankungen Mensch steht nicht im Fokus <ol style="list-style-type: none"> Tiere Zelluläre Ebene
<i>Sonstiges</i>		3. Art der Unterstützung <ol style="list-style-type: none"> Rehabilitationsmaßnahme nicht IKT gestützt Roboter Exoskelette Orthesen 4. Unzureichende Beschreibung der verwendeten Spiel-Design-Elemente 5. Sonstiger Themenbereich <ol style="list-style-type: none"> Analysen im Sport Lehre Prävalenz von Erkrankungen Übersichtsarbeiten

Im Hinblick auf die **Intervention** werden prinzipiell alle Publikationen eingeschlossen, in denen ein Anwendungssystem zur Unterstützung eines Patienten im Rehabilitationsprozess eingesetzt wird (Tabelle 3-1). Ein Anwendungssystem umfasst nicht nur die verwendete Anwen-

dungssoftware, sondern gemäß der Definition nach Gabriel außerdem „*die zugehörige Hardware, Systemsoftware [und] Kommunikationseinrichtungen*“ [57]. Hierbei ist zu beachten, dass ausschließlich Anwendungssysteme einzuschließen sind, in denen Spiel-Design-Elemente verwendet werden. Dabei ist es gemäß der Fragestellung aus Kategorie (B) für die Auswahl geeigneter Literatur zunächst irrelevant, zu welchem Zweck diese eingesetzt werden. Hardwarebasierte Systeme, wie Roboter, Exoskelette und Orthesen, finden keine Berücksichtigung.

3.1.1.3 Suchstrategie und Synthese der Ergebnisse

Datenbanken

Für einen möglichst umfänglichen Überblick über die Nutzung von Spiel-Design-Elementen im Kontext MSKE der Schulter wird die Literaturrecherche sowohl in der medizinischen Literaturdatenbank MEDLINE via PubMed, der technischen Forschungsdatenbank IEEE Xplore als auch der multidisziplinären Literaturdatenbank Scopus durchgeführt.

Suchanfrage

Die Definition des Suchterms erfolgt iterativ in Anlehnung an das PICO-Framework [58]. Gemäß der Zielsetzung dieses Reviews sind die Schlüsselemente ‘Patient, Population, Problem’ und ‘Intervention’ besonders relevant. Der Aspekt **Patient, Population [Schulter]** wird über verschiedene Bezeichnungen für die Schulter bzw. die oberen Extremitäten beschrieben (Tabelle 3-2). An dieser Stelle wird darauf verzichtet spezifisch nach MSKE zu suchen, da davon auszugehen ist, dass diese in den meisten Publikationen nicht explizit als solche benannt sind.

Das Schlüsselement **Intervention [Rehabilitation]** beschreibt eine Vielzahl von Interventionen, die unter Rehabilitation zusammengefasst werden können. Die Rehabilitation eines Patienten reicht von der Akutbehandlung über die Therapieplanung sowie medizinische bzw. berufliche Rehabilitation bis hin zu nachgelagerten Rehabilitationsleistungen. So sind neben allgemeinen Begriffen, wie *Rehabilitation* und *Computer- bzw. Technologie-assistierte Therapie*, auch spezifischere therapeutische Begriffe aufzuführen, wie *Training*, *Physiotherapie* oder *Ergotherapie*. Ergänzend finden Begriffe wie *Therapieplanung* oder *Selbstmanagement* Anwendung. Hierdurch sollen auch in frühen Phasen des Rehabilitationsprozesses nutzbare Anwendungssysteme ermittelt werden können. Weiterhin lässt sich die Intervention im Hinblick auf die technische Komponente näher charakterisieren. Daher sind im Suchblock **Intervention [Technik]** Begriffe wie *Game*, *Gamification* und *Exergame* genannt. Da davon ausgegangen wird, dass diese Begriffe nicht unbedingt explizit aufgeführt sind, verfügt der Suchblock außerdem über eine Reihe unspezifischer technischer Begriffe mit Bezug zu Gamification.

Der Aspekt **Comparison** findet keine Anwendung, da unabhängig vom aktuellen Entwicklungsstand gesucht wird. Auch das Schlüsselement **Outcome** wird nur sekundär betrachtet. Gemäß der Kategorie (C) werden zwar die Resultate im Hinblick auf die Motivations- und Adhärenzsteigerung der Patienten hin analysiert, jedoch sind nicht ausschließlich Publikationen zu identifizieren, die sich im Speziellen mit diesen Aspekten beschäftigen.

Tabelle 3-2: Suchbegriffe Scoping Review (T=Titel, A=Abstract, M=MeSH Term, iM=implizit im MeSH enthalten)

Patient, Population [Schulter]	Intervention [Rehabilitation]	Intervention [Technik]
Upper Extremity [T/A/M] <ul style="list-style-type: none"> Shoulder Arm 	Rehabilitation [T/A/M] <ul style="list-style-type: none"> Activities of Daily Living Exercise Therapy [T/A] Occupational Therapy Rehabilitation, Vocational Telerehabilitation Self Care Self-Management [T/A] Physical Therapy Modalities <ul style="list-style-type: none"> Electric Stimulation Therapy Hydrotherapy Musculoskeletal Manipulat. Massage 	Game* / Gami* <ul style="list-style-type: none"> Game Gamification Gaming Gamified Game Design Elements
Upper Limb [T/A/iM]	Physical Therapy [T/A] Physiotherapy [T/A] Exercise [T/A/M]	Exergam* [T/A] <ul style="list-style-type: none"> Exergame Exergaming
Shoulder [T/A/iM]	Pain Management [T/A/M]	Serious Game(s) [T/A]
Glenohumeral [T/A]	Drug Therapy [M]	Video Games [M]
	Hyperthermia, Induced [M]	Virtual [T/A]
	Social Change [M]	Augmented Reality [T/A]
	Psychological Treatment [T/A]	
	Social Work [M]	
	Patient Care Planning [T/A/M]	
	Preoperative Care [T/A/M]	
	Postoperative Care [T/AM]	
	Computer-assisted Therapy [T/A/M]	
	Technology-assisted Therapy [T/A]	
	Disease Management [T/A/M]	
	Patient Pathway [T/A]	
	Treatment Pathway [T/A]	
	Education of Patients [T/A/M]	

Die Formulierung eines initialen Suchterms erfolgt ausgehend von den beschriebenen Suchblöcken mittels der booleschen Operatoren AND und OR entsprechend der PubMed-Syntax. Zur Reduzierung der Anzahl der Suchbegriffe werden einzelne Begriffe nur im Titel und Abstract gesucht. Lediglich die Begriffe game* und gami* als zentrale Elemente dieses Reviews werden auch in den Volltexten gesucht. Sind für einen Begriff Medical Subject Headings (MeSH) definiert, werden diese ergänzt. Die resultierenden Suchstrings sind Anhang 1, S. 185 zu entnehmen.

Synthese der Ergebnisse

Die Zusammenfassung, Analyse und Auswertung der als relevant eingestuften Volltexte erfolgt in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring [59]. Unter Verwendung des Werkzeugkastens für inhaltlich-strukturierende qualitative Inhaltsanalysen nach Schreier [60] wird dieses Basisvorgehen zur adäquaten Beantwortung der vorab definierten Fragen angepasst. Tabelle 3-3 beschreibt die wesentlichen Schritte und Optionen der Vorgehensweise [60].

Insgesamt bietet die angewendete Methodik der gemischt deduktiv-induktiven Kategorienbildung die Möglichkeit, neben der rein qualitativen Bewertung der Publikationen eine quantitative Auswertung vorzunehmen [59]. Zur Vereinfachung und teilweisen Automatisierung der Analyse wird die qualitative Datenanalysesoftware MAXQDA verwendet. Diese dient u. a. der Literaturverwaltung, dem Paraphrasieren und Codieren von Textpassagen sowie der Visualisierung qualitativer und quantitativer Ergebnisse [61].

Tabelle 3-3: Schritte der qualitativen Inhaltsanalyse (nach [60])

Analyseschritte	Angewendete Option
<i>Erstellen des Kategoriensystems</i>	
Basisstrategie	Deduktiv-induktiv
Deduktive Kategorienbildung	Bekannte Spiel-Design-Elemente, MSKE der Schulter, Rehabilitationsphasen, Evaluationskriterien
Induktive Kategorienbildung	Subsumtion
Aspekte	Inhalt allgemein, Fokus Spiel-Design-Elemente
Beteiligte Personen	2 (Medizininformatiker, Physiotherapeut)
Abbruchkriterium	Keins
<i>Unterteilung des Materials</i>	
Einheit	Kodiereinheit
Kodiereinheit	Einzelne Worte und Paraphrasen
Systematik	Markieren und Kodieren in einem Schritt
Beteiligte Personen	Forscher allein
<i>Kodierung</i>	
Probekodierung	Nein
Beteiligte an der Hauptkodierung	Forscher allein

3.1.2 *Reviewdurchführung*

Die in Unterabschnitt 3.1.1.3 beschriebenen Suchanfragen wurden am 17.06.2019 an PubMed und am 18.06.2019 an IEEE XPlor und Scopus gestellt. Insgesamt ergab die Suche 2595 Treffer. Nach Ausschluss der Duplikate fand eine Titel- und Abstractsichtung der verbliebenen 1994 Publikationen durch zwei unabhängige Reviewer mit unterschiedlicher Expertise – Physiotherapie und Medizininformatik – statt. Die Prüfung der vorab festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien erfolgte in der in Tabelle 3-1 aufgeführten Reihenfolge. Bei Unstimmigkeiten zwischen den Reviewern wurde ein dritter Reviewer zur Entscheidungsfindung hinzugezogen. Insgesamt konnten somit 95 Publikationen in die Volltextsichtung einbezogen werden. Die Durchführung der Volltextsichtung erfolgte analog zur Titel- und Abstractsichtung. Schließlich wurden 31 Publikationen in die Volltextanalyse eingeschlossen. Das nachfolgende PRISMA-Flussdiagramm gibt einen Überblick über den Auswahlprozess (Abbildung 3-1).

Ausgangsbasis für die qualitative Inhaltsanalyse ist ein Codebaum bestehend aus den sechs Hauptkategorien *Zielgruppe*, *Anwendungsbereich*, *Rehabilitationsphase*, *Motivationsaspekte*, *Spiel-Charakter* und *Evaluation* sowie 16 deduktiv gebildeten Subkategorien. Im Verlauf der Analyse wurden mittels Subsumtion 17 induktive Subkategorien ergänzt. Der vollständige Codebaum ist Anhang 1, S. 187 zu entnehmen.

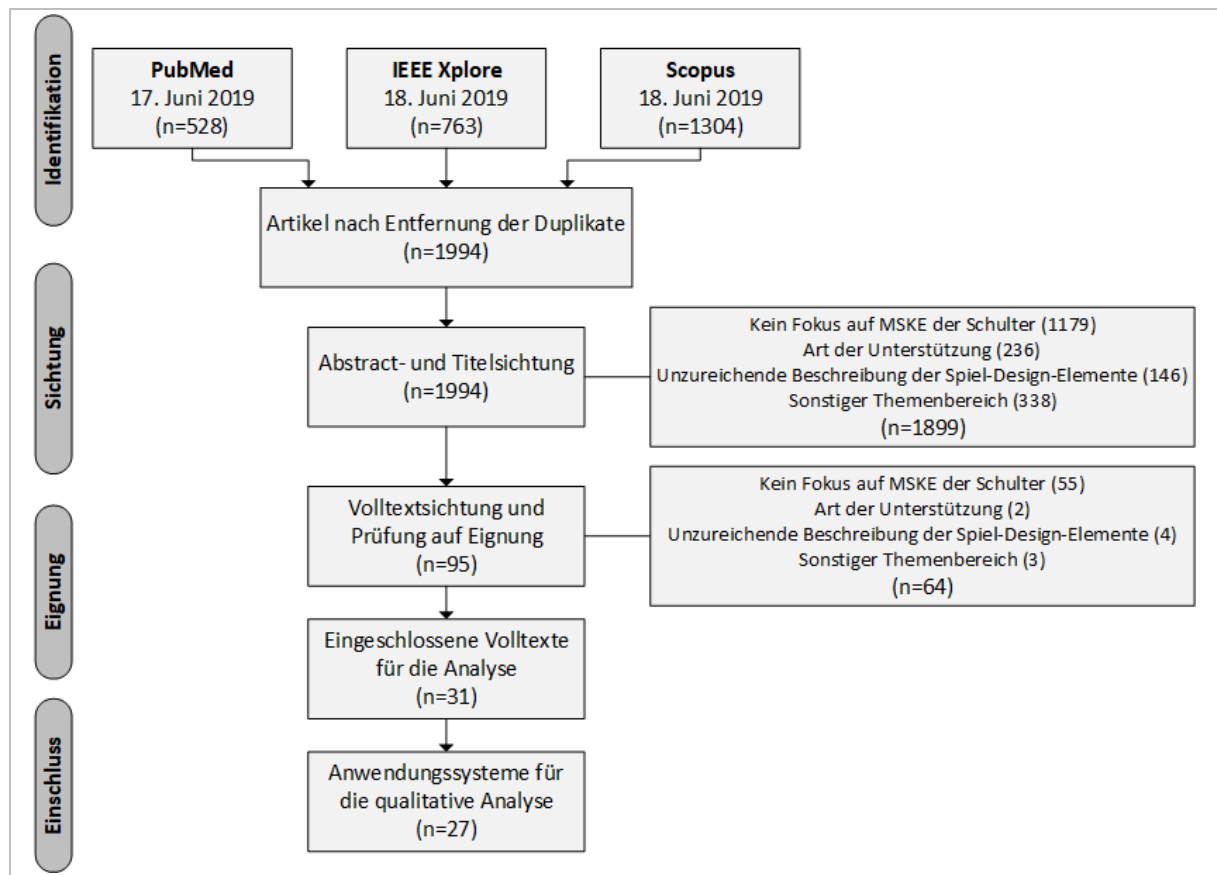


Abbildung 3-1: PRISMA-Flussdiagramm – Analyseschritte des Scoping Reviews

3.1.3 Reviewergebnisse

In den 31 eingeschlossenen Volltexten konnten insgesamt 27 unterschiedliche Anwendungssysteme zur Unterstützung der Rehabilitation von Patienten mit MSKE der Schulter identifiziert werden, die Spiel-Design-Elemente verwenden (Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4: Relevante Literatur des Scoping Reviews (* = Artikel mit dem gleichen Anwendungssystem)

Nr.	Jahr	Erstautor	Publikation
1	2018	Arif A	An Interactive Kinect-Based Game Development for Shoulder Injury Rehabilitation [62]
2	2013	Budziszewski P	A Low Cost Virtual Reality System for Rehabilitation of Upper Limb [63]
3	2010	Chang C-M ^{*1}	The Design of a Shoulder Rehabilitation Game System [64]
4	2012	Chang C-M ^{*1}	An Interactive Game-based Shoulder Wheel System for Rehabilitation [65]
5	2017	Chung C-E	The App Game Interface Design for Frozen Shoulder Rehabilitation [66]
6	2012	Da Gama A	Guidance and Movement Correction Based on Therapeutics Movements for Motor Rehabilitation Support Systems [67]
7	2014	Dahl-Popolizio S	Comparing Outcomes of Kinect Videogame-Based Occupational/Physical Therapy Versus Usual Care [68]
8	2018	Du Y-C	An IMU-compensated Skeletal Tracking System Using Kinect for the Upper Limb [69]
9	2015	Fernandez-Cervantes	Serious Rehabilitation Games with Kinect [70]

Fortsetzung Tabelle 3-4: Relevante Literatur des Scoping Reviews (* = Artikel mit dem gleichen Anwendungssystem)

Nr.	Jahr	Erstautor	Publikation
10	2013	Fikar P	The Sorcerer's Apprentice A Serious Game Aiding Rehabilitation in the Context of Subacromial Impingement Syndrome [71]
11	2014	Huang M-C ^{*2}	Intelligent Frozen Shoulder Rehabilitation [72]
12	2017	Huang S-Y	Designing an Exergaming System for Exercise Bikes Using Kinect Sensors and Google Earth [73]
13	2018	Lucchesi I	Daily Life Self-management and Self-treatment of Musculoskeletal Disorders Through SHOULPHY [74]
14	2017	Mangal NK	Frozen Shoulder Rehabilitation Using Microsoft Kinect [75]
15	2019	Muñoz GF	Usability Study of a Kinect-Based Rehabilitation Tool for the Upper Limbs [76]
16	2015	Nava W	Prototype of a Shoulder and Elbow Occupational Health Care Exergame [77]
17	2017	Pekyavas NO	Comparison of Virtual Reality Exergaming and Home Exercise Programs in Patients with Subacromial Impingement Syndrome and Scapular Dyskinesis: Short Term Effect [78]
18	2018	Pinto JF	Adaptive Gameplay and Difficulty Adjustment in a Gamified Upper-Limb Rehabilitation [79]
19	2015	Powell V	Therapy-led Design of Home-Based Virtual Rehabilitation [80]
20	2017	Quevedo WX	Assistance System for Rehabilitation and Valuation of Motor Skills [81]
21	2016	Rahman M ^{*3}	GEAR: A Mobile Game-Assisted Rehabilitation System [82]
22	2016	Rahman M ^{*3}	GEAR Analytics: A Clinician Dashboard for a Mobile Game Assisted Rehabilitation System [83]
23	2017	Rizzo JR	Structured Wii Protocol for Rehabilitation of Shoulder Impingement Syndrome: A Pilot Study [84]
24	2015	Shewaga R ^{*4}	Alpha Testing of the Rapid Recovery Kayaking-based Exergame [85]
25	2018	Shi Y	A VR-based User Interface for the Upper Limb Rehabilitation [86]
26	2014	Shroeder B ^{*4}	Rapid Recovery: A Kayaking-based Exergame for Shoulder Rehabilitation and Physical Fitness [87]
27	2016	Symeonidis I	Development and Assessment of a Physiotherapy System Based on Serious Games [88]
28	2010	Vogt K	PhysioSonic - Evaluated Movement Sonification as Auditory Feedback in Physiotherapy [89]
29	2006	Wiederhold BK	Evaluation of Virtual Reality Therapy in Augmenting the Physical and Cognitive Rehabilitation of War Veterans [90]
30	2014	Yeh S-C ^{*2}	The Development of Interactive Shoulder Joint Rehabilitation System Using Virtual Reality in Association with Motion-sensing Technology [91]
31	2018	Yin Z-X	A Wearable Rehabilitation Game Controller Using IMU Sensor [92]

3.1.3.1 Zielgruppe

Zehn Anwendungssysteme wurden explizit für eine spezielle MSKE der Schulter entwickelt – sechs für die Frozen Shoulder^{[62], [66], [69], [72], [75], [82]} und vier für das Schulter Impingement Syndrom (SIS)^{[71], [74], [78], [84]}. Zwei Anwendungssysteme konzentrieren sich auf die Behandlung mehrerer unterschiedlicher MSKE der Schulter, die sich im Hinblick auf die durchzuführenden physiotherapeutischen Übungen ähneln, z. B. die Ruptur der Rotatorenmanschette oder die

Humerusfraktur^{[68], [81]}. Elf weitere Anwendungssysteme umreißen die zugrundeliegende Zielgruppe nur vage. So existieren fünf Anwendungssysteme für Schulterverletzungen^{[67], [70], [80], [86], [89]}, vier allgemein für MSKE der oberen Extremitäten^{[76], [77], [79], [88]} und zwei für muskuloskelettale Schmerzen in der Schulter^{[65], [73]}. Die übrigen vier Anwendungssysteme sollen neben der Behandlung von MSKE der Schulter, auch zur Behandlung einer der folgenden Erkrankungen dienen: Ellenbogen- und Radiusfrakturen^[63], Arm-Amputationen^[90], zerebrovaskulären Erkrankungen^[92] oder Querschnittslähmungen mit Rückenmarksverletzung^[87]. Insbesondere bei der gemeinsamen Betrachtung von muskuloskelettalen und neurologischen Erkrankungen, stellt sich die Frage, inwieweit die Anwendungssysteme auf die speziellen (Therapie-)Bedürfnisse der einzelnen Patienten bzw. Patientengruppen angepasst sind. So können Patienten mit derartigen neurologischen Erkrankungen zwar ebenfalls unter Schmerzen und Bewegungseinschränkungen der oberen Extremitäten leiden [93], [94], [95], jedoch unterscheiden sich u. a. die Ursachen und Symptome der Erkrankungen, die Selbstmanagementfähigkeiten der Patienten und die (persönlichen) Therapieziele. Folglich können Abstufungen in den Therapieplänen, Übungsprogrammen und durchzuführenden (physiotherapeutischen) Übungen vorliegen.

3.1.3.2 (A) Rehabilitationsprozess

Alle 27 Anwendungssysteme befassen sich mit der Therapiedurchführung, indem sie die Ausführung rehabilitativer Trainingseinheiten unterstützen, insbesondere physiotherapeutische Eigenübungen. Der Großteil findet dabei im ambulanten Bereich Einsatz – in 18 der 23 Fälle beim Patienten zu Hause. Fünf Anwendungssysteme werden explizit als Telerehabilitationssysteme bezeichnet^{[63], [64], [74], [82], [88]}. Neben der Unterstützung bei der Übungsdurchführung stellen diese zusätzliche Funktionalitäten bereit, die die Erstellung und/oder Anpassung eines individuellen Trainingsplans sowie das Monitoring des Trainingsfortschritts durch einen Therapeuten oder Arzt ermöglichen. Die Arbeiten von Luchessi et al. [74] (SHOULPHY) und Rahman et al. [83] (GEAR) beschreiben als einzige Möglichkeiten zur Erfassung der Therapieadhärenz. GEAR ist ein Trainingssystem, das Patienten mit Frozen Shoulder oder generellen Verletzungen der oberen Extremitäten bei häuslichen Eigenübungen unterstützen soll, während es gleichzeitig die Therapieadhärenz steigert [82], [83]. Zum Monitoring der Therapieadhärenz verfügt GEAR über ein Dashboard für Ärzte, das die Übungspersormance der Patienten in unterschiedlichen Diagrammen visualisiert [82]. Durch Zeitreihenanalysen erhalten Ärzte einen umfangreichen Überblick über den aktuellen Stand und Fortschritt der Genesung, den subjektiv empfundenen Schmerz eines Patienten sowie die Qualität der Übungsausführung [83]. Auch die App SHOULPHY stellt zum Monitoring der Therapieadhärenz von Patienten mit einem SIS eine Anwendung für Ärzte bereit [74]. Wie genau diese aussieht und welche Informationen bereitgestellt werden, bleibt jedoch unklar. Ähnlich verhält es sich bei SHOULPHY mit dem Disease Management. Während Luchessi et al. [74] die einzige Autorengruppe ist, die sich in ihrer Arbeit konkret mit dem Begriff ‘Management’ auseinandersetzt, bleibt offen, wie genau dies umgesetzt ist. Anzunehmen ist, dass durch den großen Funktionsumfang der App – Telerehabilitation, Training, Monitoring des Trainingsfortschritts und der Adhärenz, Entwicklung und Anpassung des Trainingsplans – vom Management des SIS gesprochen wird [74]. Gemäß der Definition der Boston Consulting Group beschreibt dies jedoch nur einen marginalen Teil

des Disease Managements. Zwar werden das Patienten-Empowerment gesteigert und Ärzte gleichzeitig bei der Ausarbeitung und Aufrechterhaltung eines Behandlungsplans unterstützt [96], jedoch findet keine ganzheitliche, prozessübergreifende Betrachtung des Versorgungsprozesses über den gesamten Lebenszyklus der Erkrankung statt [97].

Ausgehend davon, dass alle Anwendungssysteme primär zur Unterstützung rehabilitativer Trainingseinheiten verwendet werden, wird schnell klar, dass diese überwiegend für die Nutzung im ambulanten Bereich entwickelt wurden (Tabelle 3-5). Als Teil der konservativen Behandlung MSKE der Schulter sowie nachgelagerter Rehabilitationsleitungen nach stationärer oder ganztägig ambulanter Rehabilitation ist die Durchführung bzw. Fortführung physiotherapeutischer Eigenübungen elementar für den nachhaltigen Rehabilitationserfolg [6], [98]. Die Motivation der Patienten eigenständig und ohne Supervision durch einen Physiotherapeuten oder Arzt weiter zu trainieren, stellt dabei einen limitierenden Faktor dar [7]. Folglich bietet sich gerade hier, insbesondere in der Häuslichkeit, der Einsatz von Exergames zur Steigerung der Motivation und somit Adhärenz an. Lediglich die Arbeit von Mangal et al. [75] geht auf den ergänzenden Einsatz eines Kinect-basierten Rehabilitationssystems zur Behandlung von Frozen Shoulder im Bereich der stationären Rehabilitation ein. Die Arbeiten von Vogt et al. [89] (PhysioSonic) und Wiederhold et al. [90] beschreiben zwei weitere Trainingssysteme, die explizit für die stationäre Rehabilitation entwickelt wurden. So ist PhysioSonic ein Sonifikationssystem für Schulterpatienten, dass im Orthopaedic Hospital Theresienhof in Frohnleiten installiert ist [89]. Mittels eines VICON Motion-Tracking-Systems, bestehend aus sechs Kameras und umfangreichem Audio-Equipment, ermöglicht PhysioSonic die Erfassung der Bewegungen eines Patienten mit direktem akustischem Feedback [89]. Ein Einsatz in der Häuslichkeit ist aufgrund der Beschaffenheit nicht möglich.

Neben dieser Vielzahl an Trainingssystemen für ‘spätere’ Rehabilitationsphasen, insbesondere nachgelagerten Rehabilitationsleistungen, stellen Huang et al. [73] als Einzige ein Anwendungssystem zur Prävention vor. Unter Verwendung eines Fahrradergometers, Google Earth und der KinectTM-Kamera können auf Pilates basierende Übungen vom Patienten ausgeführt werden [73].

Tabelle 3-5: Heatmap - Anzahl der Anwendungssysteme pro Rehabilitationsphase (SC=Single Count)

Phase	Prävention	Stationär	Ambulant	Zu Hause	Summe (SC)
Anwendungsbereich					
Therapiedurchführung (Übungen)	1	3	6	20	27
Therapieplanung und -anpassung	0	0	2	8	8
Monitoring der Trainingsfortschritts	0	0	2	9	9
Monitoring der Adhärenz	0	0	0	2	2
Information	0	1	0	1	2
Disease Management	0	0	0	1	1
Summe (SC)	1	3	6	20	

3.1.3.3 (B) Gamification

Vierundzwanzig der 27 Anwendungssysteme basieren auf selbstentwickelten Softwareprodukten. Lediglich drei Anwendungssysteme nutzen kommerzielle Spiele, wie ‘Wii Sports’^{[78], [84]} oder ‘EyeToy: Play, Dance Dance Revolution’ und ‘Taiko Drum Master’^[90]. Ein erheblicher Vorteil von Eigenentwicklungen gegenüber kommerziellen Spielen liegt in der Möglichkeit zur Implementierung spezifischer Funktionalitäten für die rehabilitative Behandlung, die einer konventionellen Rehabilitation, wie der Physiotherapie, ähneln [65]. Eigenentwicklungen bieten darüber hinaus umfassende Anpassungsmöglichkeiten sowohl im Hinblick auf die therapeutischen Bedürfnisse der Patienten als auch in Bezug auf die genutzten Spiel-Design-Elemente. Die Auswahl und Nutzung der ‘richtigen’ Spiel-Design-Elemente hängt dabei wesentlich von der angesprochenen Nutzergruppe und ihren individuellen Charakteristiken ab, wie z. B. dem Alter, dem Geschlecht, den persönlichen Präferenzen, dem Wissensstand sowie der intrinsischen Motivation [79], [99]. Im Allgemeinen beschreiben die ermittelten Anwendungssysteme die Nutzergruppe jedoch ausschließlich über die zugrundeliegende Erkrankung bzw. Indikation für die Behandlung. Nur zwei Ansätze berücksichtigen Geschlechter- und Altersunterschiede^{[65], [79]}. Weitere patientenindividuelle Charakteristiken finden bei der Auswahl und Nutzung von Spiel-Design-Elementen bisher keine Berücksichtigung.

Während elf Publikationen auf die Implementierung eines einzelnen, teilweise ungemein umfangreichen Spiels setzen¹, stellen genauso viele gleich mehrere Spiele bereit². Die verbleibenden fünf Anwendungssysteme sind weniger als konkrete Exergames zu bezeichnen, sondern entsprechend der Definition von Gamification als ‘game-like’ anzusehen^{[67], [68], [74], [81], [86]}. Durch die Implementierung mehrerer Spiele und der damit einhergehenden Variabilität kann die Motivation und Akzeptanz der Nutzer zusätzlich gesteigert werden (*Vermeidung von Langeweile*). Auch die persönlichen Präferenzen eines Nutzers können auf diese Weise adressiert werden, wenn auch nur indirekt. Weiterhin ist es möglich, therapeutische Maßnahmen besser auf den Gesundheitszustand des Patienten anzupassen. Gleichermäßen verhält es sich bei (einzelnen) Spielen in denen mehrere Schwierigkeitsstufen oder sogar Level genutzt werden. Insbesondere bei Trainingsprogrammen ist die Anpassung des Schwierigkeitsgrads der Übungen ein wesentlicher Faktor der Therapie, der in 13 der 27 Anwendungssysteme berücksichtigt wird³. Es ist jedoch zu beachten, dass nicht alle 13 Anwendungssysteme unterschiedliche Level gemäß der Definition von Rogers [100] verwenden. Häufig werden bereits simple Anpassungen der Übungsschwierigkeit als Level angesehen^{[66], [69], [80], [86], [89], [91]}.

Betrachtet man die verschiedenen Anwendungssysteme mit Blick auf die genutzten Spiele-Komponenten eingehender, wird klar, dass nur selten komplexere Komponenten, wie *Kämpfe*^[76], *Sammlungen*^[71], *Freischalten von Inhalten*^{[71], [87]}, *virtuelle Güter*^[71] oder *Teams*^[87], Verwendung finden. Komponenten, wie *Endgegner*, *Schenken und Tauschen* oder *Abzeichen*, werden überhaupt nicht eingesetzt. Zu den am häufigsten verwendeten Komponenten zählen

¹ [62], [66], [70], [71], [73], [77], [80], [82], [87], [89], [92]

² [63], [65], [69], [72], [75], [76], [78], [79], [84], [88], [90]

³ [62], [66], [69], [71], [77], [79], [80], [82], [86], [87], [89], [91], [92]

einfach umzusetzende Elemente, wie *Punkte*, *Aufgaben*, *Avatare* und *Nachrichten/Informationen* (Abbildung 3-2). So ist es beim Spiel *Cupid's Arrow* möglich durch korrekte Armbewegungen (Bewertung in Winkelgraden) einen Pfeil auf Herzen zu schießen und hierdurch pro Spielrunde Punkte zu sammeln [65]. Ähnlich verhält es sich bei dem Spiel *Classic Clock* [79]. Auch hier können Punkte gesammelt werden, indem die Bewegungen eines Uhrenpendels möglichst exakt nachgeahmt werden [79]. Punkte können auch in Anwendungssystemen verwendet werden, in denen es kein explizites Spiel gibt^{[67], [74]}. Wie bei Da Gama et al. [67] können bei der Ausführung physiotherapeutischer Übungen Punkte durch eine korrekte Bewegungsausführung errungen und somit die Gesamtpunktzahl einer Therapieeinheit erhöht werden. Nachvollziehbar ist auch, dass die meisten Anwendungssysteme das eigentliche Training in Form von spielerischen *Aufgaben* umsetzen (Abbildung 3-2). Dies macht nicht nur mehr Spaß, sondern ist auch interessanter, als jeden Tag die gleichen Übungen auszuführen [62]. Neben simplen Aufgaben, wie dem *Aufheben und Pflücken von Früchten*^{[63], [72], [80], [82]}, dem *Platzieren von Geschirr*^{[69], [72]} oder dem *Angeln*^[62], werden auch komplexere und damit womöglich spannendere Aufgaben angeboten, die nicht so schnell ermüdend sind. Hierzu zählen u. a. das *Zerstören von U-Booten durch geschicktes Abwerfen von Bomben* und das *Steuern eines Objekts* (z. B. Flugzeug, Storch, Rochen) *durch einen Parcours* mit^{[88], [92]} oder ohne Hindernisse^{[63], [73]}. Das wohl aufwändigste und umfangreichste Spiel im Hinblick auf die Aufgaben und verwendeten Spiele-Komponenten ist *The Sorcerer's Apprentice* [71]. In diesem Spiel muss ein Magier (Avatar) durch eine virtuelle Welt gesteuert werden (*Handlungsstrang*). Dabei sind Artefakte einzusammeln (*Aufgabe, virtuelle Güter*), durch die der Nutzer unterschiedliche Schulterübungen freischalten und anschließend ausführen kann (*Freischalten von Inhalten*). Für erfolgreich abgeschlossene Übungen erhält der Nutzer wiederum Belohnungen in Form von Items sowie Bonuspunkte für besonders gut durchgeführte Übungen (*Sammlungen, Punkte*).



Abbildung 3-2: Anzahl der Spiele-Komponenten zur Unterstützung der Rehabilitation bei MSKE der Schulter (Mehrfachnennung möglich)

Allen implementierten Aufgaben liegen die sechs gleichen Spiele-Dynamiken (*Aktionen*) für therapeutische Spiele gemäß García-Martínez et al. [101] zugrunde: (a) *Pfad folgen*, (b) *Ziel berühren bzw. erreichen*, (c) *Ziel erfassen und schießen*, (d) *freie Bewegung*, (e) *Ziel bewegen* und (f) *Ziel fangen*. Am häufigsten verwendet werden dabei (a) *Pfad folgen*⁴ und (b) *Ziel berühren bzw. erreichen*⁵, da diese den üblichen, bewussten Bewegungsformen und -abläufen der Trainingstherapie am ehesten entsprechen. Andere Bewegungen wie (d) *freie Bewegung*^{[69], [71], [73], [87], [88], [92]}, (e) *Ziel bewegen*^{[69], [72], [80]} oder (f) *Ziel fangen*^{[75], [76]} werden hingegen deutlich seltener eingesetzt, da diese schneller zu falschen Bewegungsformen und somit Verletzungen und Überbeanspruchung führen könnten [102], [103]. Nicht selten findet außerdem eine Kombination verschiedener Bewegungsabläufe und somit Spiele-Dynamiken statt, um die Nutzer zu motivieren und auf unterschiedliche Therapiebedürfnisse einzugehen. Weitere Details zu den verwendeten Spiele-Dynamiken im Sinne der zugrundeliegenden konzeptuellen Strukturen, wie *Einschränkungen*, *Emotionen* oder *Beziehungen* [53], sind aufgrund des hohen Abstraktionsgrads anhand der identifizierten Publikationen nicht zu bestimmen.

Ausgehend von den einzelnen in den Anwendungssystemen genutzten und miteinander kombinierten Spiele-Komponenten lassen sich relativ einfach die umgesetzten Spiele-Mechaniken ableiten. So werden in 22 Anwendungssystemen u. a. Punkte, Fortschritte, Erfolge sowie Rang- und Bestenlisten eingesetzt, um *Feedback* zu geben bzw. den *aktuellen Status* zu repräsentieren. Da alle Anwendungssysteme zur Unterstützung des Trainings eingesetzt werden, ist hiermit jedoch in der Hälfte der Fälle nicht das Feedback zum Spiel bzw. zum Spielverlauf gemeint (*Game Feedback*), sondern eine Rückmeldung zur Übungsdurchführung, also der Therapiemaßnahme selbst (*Therapie Feedback*). Beim expliziten Therapie Feedback wird häufig entweder die Güte der Übungsausführung^{[70], [71], [67], [79], [89]} oder der Fortschritt/aktuelle Status^{[66], [72]} quantifiziert, um die Nutzer zu motivieren und/oder die Korrektheit der Übungsdurchführung sicherzustellen. In seltenen Fällen wird hierbei direkt Feedback zu einzelnen Bewegungen durch die aufgezeichneten bzw. in Realzeit verarbeiteten Bewegungsdaten^[77] gegeben, z. B. in Form von konkreten Winkelstellungen^{[75], [92]}. Weitere aufwändigere Spiele-Mechaniken finden im Kontext der Schulterrehabilitation nur wenig Anwendung (Abbildung 3-3). Überraschend ist, dass auch die Spiele-Mechanik *Education* nur selten umgesetzt wird. Zwar werden bei fast allen Anwendungssystemen Anweisungen zur korrekten Übungsausführung gegeben – auditiv oder visuell – oder sogar ganze Tutorials^{[66], [72]} bereitgestellt, jedoch gibt es kaum Systeme, die darüber hinaus über die Rehabilitation informieren bzw. aufklären. Lediglich das Exergame von Nava et al. [77] stellt direkt auf dem Bildschirm Informationen zur Relevanz des Trainings zur Verfügung. Spiele-Mechaniken, wie *Kooperation*, *rundenbasierte Spiele*, *Transaktion und Tausch* oder *Zufall*, werden überhaupt nicht eingesetzt.

⁴ [63], [66], [68], [72]-61], [79], [81], [86]

⁵ [62], [66], [65], [67], [71], [72], [77], [79], [82], [88], [89]

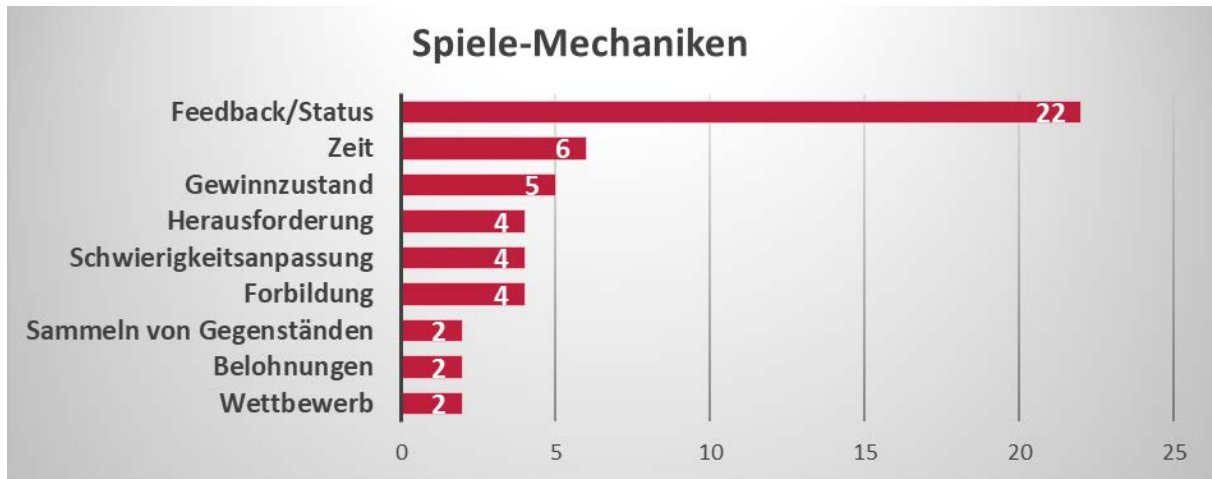


Abbildung 3-3: Anzahl der Spiele-Mechaniken zur Unterstützung der Rehabilitation bei MSKE der Schulter (Mehrfachnennung möglich)

3.1.3.4 (C) Motivation

Alle eingesetzten Spiel-Design-Elemente dienen der Motivation der Nutzer zur (regelmäßigen) Durchführung rehabilitativer Maßnahmen. Die Förderung der Motivation zählt ebenso wie die Erhöhung des Engagements zu einem von mehreren Zielen von Gamification [104], [105]. Etwa ein Viertel der Publikationen beschreiben ihre Anwendungssysteme im Allgemeinen als *motivierend*^{[63], [70], [75], [78], [88], [92]}, ohne auf Faktoren für diese Wirkung einzugehen. Darüber hinaus werden als Grundlage der motivierenden Wirkung in vielen Arbeiten lediglich generelle, oberflächliche Aspekte, wie *Interaktivität*⁶, *Spaß*, *Freude* und *Unterhaltung*⁷, genannt [99], [106]. Hinzu kommen konkretere Aspekte wie *Engagement*⁸ und *Vermeidung von Langeweile*⁹ (Abbildung 3-4). Gerade diese stellen wichtige Faktoren zur Steigerung der Motivation und Adhärenz von monotonen und langwierigen Maßnahmen, wie der Durchführung physiotherapeutischer Übungen, dar. Nur wenige Publikationen gehen noch einen Schritt weiter und beschreiben den Nutzen von Gamification als *Ablenkung von Schmerz und Angst*^{[66], [65], [67], [72], [80], [77]} sowie *Ablenkung vom eigentlichen Training*^{[66], [65], [72], [77]}. Auch ein *besseres Verständnis* über die Notwendigkeit der durchzuführenden Übungen in Hinblick auf die Therapieziele^{[66], [89]} sowie das damit einhergehende *schnellere Lernen* von Übungen^{[91], [79]} adressieren lediglich vier Publikationen. Bei Betrachtung etablierter Motivationsmodelle, wie der Selbstbestimmungstheorie der Motivation [107], wird jedoch klar, dass gerade diese Aspekte einen elementaren Faktor für die intrinsische Motivation darstellen. So gelten die Bedürfnisse nach Kompetenz und Autonomie als psychologische Grundbedürfnisse [107]. Die Befriedigung dieser Bedürfnisse, insbesondere die vom individuellen Nutzer wahrgenommene Befriedigung, ist Grundlage für verschiedene motivierende Verhaltensweisen und spielt damit eine zentrale Rolle bei der Steigerung intrinsischer Motivation [108]. Es ist festzuhalten, dass keine der betrachteten Publikationen auf entsprechende Motivationsmodelle und -theorien eingeht, um die Wirkung einzelner Spiel-Design-Elemente auf den Nutzer zu beschreiben oder gar zu belegen.

⁶ [65], [67], [72], [74], [75], [77], [79], [80], [86], [87], [89], [90]

⁷ [62], [66], [67], [68], [72], [73], [76], [77], [80], [82], [84], [87], [90]

⁸ [62], [65], [71], [76], [77], [79], [80], [82], [86], [87], [90]

⁹ [62], [66], [67], [69], [71], [79], [84], [87], [89], [91]



Abbildung 3-4: Anzahl der Motivationsaspekte zur Unterstützung der Rehabilitation (Mehrfachnennung möglich)

Mit Ausnahme von vier Publikationen^{[71], [80], [81], [92]}, bei denen es sich um reine System- bzw. Methodenvorstellungen handelt, wurden alle Trainingssysteme evaluiert. In vielen Fällen handelt es sich, um die Evaluation der technischen Machbarkeit¹⁰ und/oder Usability¹¹ in Form von Pilotstudien oder simplen, informellen Pretests unter Laborbedingungen. Wenig verwunderlich ist es, dass auch die Motivation aufgrund der Nutzung von Spiel-Design-Elementen ein weiteres häufig analysiertes Kriterium ist. Dieses wird entweder als intrinsisches Interesse^[76], Motivation zur Durchführung von Übungen¹² oder Motivation zur (regelmäßigen) Wahrnehmung von Rehabilitations- bzw. Therapieprogrammen^{[65], [74], [77], [84]} beschrieben. Mittels Pretests wurden fünf der 13 Anwendungssysteme als motivierend beurteilt. Inwieweit diese Ergebnisse auf die Grundgesamtheit übertragbar sind, ist auf Grund von geringen Fallzahlen^{[67], [82]}, gesunden Personen als Nutzern^{[67], [75], [77], [82]} oder informellen Tests^[87] unklar. Bei den neun übrigen Anwendungssystemen wird lediglich angenommen, dass eine Motivationssteigerung durch das jeweilige Trainingssystem erreicht wird. Zumeist wird die motivierende Wirkung aus einzelnen subjektiven Fragen^{[73], [76], [79], [89]} geschlussfolgert oder aber direkt ohne etwaige Belege^{[65], [71], [74], [84], [90]} auf Grund der Verwendung von Spiel-Design-Elementen angenommen. Tatsächliche Nachweise der Motivationssteigerung durch die entwickelten Anwendungssysteme bzw. durch die Verwendung von Spiel-Design-Elementen in (klinischen) Studien unter Verwendung statistischer Methoden fehlen vollständig. Ebenso verhält es sich bei der Adhärenzanalyse. In allen drei Publikationen wird von einer Steigerung durch die verwendeten Spiel-Design-Elemente ausgegangen, obwohl hierfür keine Nachweise vorliegen^{[74], [82], [84]}. Dabei werden Aussagen ähnlich wie bei Rahman et al. verwendet: „[...] while the game elements can improve engagement and adherence to their exercise regime“ [82]. Bei diesen Schwachstellen sind jedoch die Herausforderungen bei der Durchführung derartiger Evaluationsstudien zu berücksichtigen. So werden zur Evaluation der Adhärenz häufig Instrumente zur Selbsteinschätzung verwendet (*indirekte Verfahren*) [109]. Diese sind zwar leicht anzuwenden

¹⁰ [62], [67], [69], [72], [73], [74], [75], [82], [84], [88]

¹¹ [63], [66], [67], [68], [76], [82], [86], [87], [90]

¹² [67], [71], [73], [75], [79], [87], [89], [90], [82]

und i. d. R. kostengünstig, jedoch wird die Adhärenz nicht selten zu hoch und insgesamt zu ungenau eingeschätzt [109]. Weiterhin geht die Evaluation der Adhärenz bei chronischen Erkrankungen und somit langwierigen Versorgungsprozessen mit erheblichen zeitlichen und damit auch finanziellen Aufwänden einher.

3.1.4 Diskussion des Scoping Reviews

Das durchgeführte Scoping Review konnte 27 unterschiedliche Anwendungssysteme zur Unterstützung von Patienten mit MSKE der Schulter während des Rehabilitationsprozesses identifizieren. Bemerkenswert dabei ist, dass nur etwa ein Drittel aller Anwendungssysteme für eine spezifische MSKE der Schulter konzipiert wurde. Alle Anwendungssysteme fokussieren die Unterstützung von Eigenübungen, dies zumeist im ambulanten Bereich insbesondere in der häuslichen Umgebung. Anwendungssysteme für die stationäre Rehabilitation, andere Rehabilitationsphasen oder etwa für mehrere Rehabilitationsphasen scheinen nicht zu existieren. Ergänzende Funktionalitäten zur Unterstützung und Stärkung der Selbstmanagementfähigkeiten der Patienten, wie z. B. die Bereitstellung von Informationen, Möglichkeiten zur Therapieplanung und -anpassung oder das Monitoring der Therapieadhärenz, bieten nur die wenigsten Anwendungssysteme. Auch die Auswahl, Kombination und Umsetzung von Spiel-Design-Elementen wirkt zumeist unüberlegt. So wird Gamification in der Tat generell eingesetzt, um Patienten zu motivieren, Langeweile zu vermeiden und/oder von Schmerzen und Ängsten abzulenken. Der tatsächlichen Wirkung und damit dem Nutzen einzelner Spiele-Komponenten und -Mechaniken scheint jedoch nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden zu sein.

Vergleichsweise konnten mit dem Scoping Review nur wenige Anwendungssysteme für die Rehabilitation von Patienten mit MSKE der Schulter identifiziert werden, die Spiel-Design-Elemente verwenden. Ein Grund hierfür könnte der generelle Ausschluss von hardwarebasierten Systemen sein. Darüber hinaus schränkt der Ausschluss von Publikationen mit unzureichender Beschreibung von Spiel-Design-Elementen die Ergebnismenge ein. So wurden in der Titel- und Abstractsichtung zahlreiche Publikationen ausgeschlossen (n=150). Bei einer unzureichenden Beschreibung von Spiel-Design-Elementen kann jedoch nicht per se davon ausgegangen werden, dass keinerlei Spiel-Design-Elemente implementiert worden sind. Dies deutet aber darauf hin, dass in den entsprechenden Publikationen der Aspekt Gamification keine zentrale Rolle spielt. Für Analysen im Hinblick auf die motivationale Wirkung von Spiel-Design-Elementen in Rehabilitationsprozessen ist dies aber eine wesentliche Voraussetzung.

Während sowohl die Titel- und Abstractsichtung als auch die initiale Volltextsichtung durch zwei Reviewer durchgeführt wurden, erfolgte die sich anschließende qualitative Inhaltsanalyse durch einen einzelnen Reviewer. Ein zweiter Reviewer und/oder ein entsprechendes Testcoding hätten dazu beitragen können, die Identifikation und Klassifikation relevanter Spiel-Design-Elemente, Rehabilitationsphasen und Motivationsaspekte sicherzustellen. So gibt es insbesondere bei der Klassifikation von Spiele-Mechaniken und -Dynamiken einen gewissen Interpretationsspielraum, da diese im Gegensatz zu den verwendeten Spiele-Komponenten nur selten explizit angegeben sind. Folglich war es nicht möglich Details zu den umgesetzten Spiele-Dynamiken im Sinne konzeptueller Strukturen anzugeben, wie z. B. Einschränkungen,

Emotionen oder Beziehungen [53]. Um aber falsche Zuordnungen zu vermeiden, wurde bei entsprechenden Unklarheiten immer Rücksprache mit einem weiteren Reviewer gehalten.

In Bezug auf den Anwendungsbereich der identifizierten Anwendungssysteme fällt auf, dass ausschließlich Exergames zur Unterstützung der ambulanten und/oder stationären Rehabilitation erfasst werden konnten. Es gibt jeweils nur ein Anwendungssystem, das für die Prävention und eines das für das Disease Management eingesetzt werden kann. Ursache hierfür könnte die gängige Bedeutung von Rehabilitation als medizinische und/oder berufliche Rehabilitation sein. Auch die Verwendung von übergreifenden Begriffen im Suchterm, wie Selbstmanagement, Prävention und Patientenpfad, konnte keine entsprechenden Anwendungssysteme hervorbringen. Aus diesem Grund ist eine ergänzende Analyse von mHealth-Apps durchzuführen (Abschnitt 3.2), um zu untersuchen, ob neben Exergames noch weitere Anwendungssysteme für die Rehabilitation von MSKE der Schulter existieren.

3.2 Marktübersicht: Apps für die Schulterrehabilitation

Zur umfassenden Darstellung des Stands der Forschung erfolgt ergänzend zum Scoping Review eine App-Recherche [110]. Ziel ist es zu ermitteln, welche mHealth-Apps es auf dem Markt zur Unterstützung des Rehabilitationsprozesses von Patienten mit MSKE der Schulter gibt.

3.2.1 Methodik zur App-Recherche

Zur Erstellung eines systematischen Überblicks erfolgt die Ermittlung relevanter Apps, ebenso wie das Scoping Review, in Anlehnung an PRISMA-ScR.

Datenbanken

Die Suche findet im größten und meist genutzten App-Store, dem Google Play Store, statt [111]. In diesem standen im 2. Quartal 2019 rund 2,5 Mio. Apps zur Verfügung [111]. Ferner ist Android in Deutschland seit 2011 das marktführende Betriebssystem für Smartphones mit einem Marktanteil von 75,8% (Stand Dezember 2019) [112]. Es ist davon auszugehen, dass eine zusätzliche Suche im Apple App Store nur einen, zum Aufwand verhältnismäßig geringen Mehrwert in Bezug auf die Erhebung der aktuellen Marktsituation mit sich bringt.

Ein- und Ausschlusskriterien

Grundsätzlich ist jede App einzuschließen, die derzeit im Google Play Store abrufbar ist, unabhängig der zugrundeliegenden Sprache. Apps, die nicht in Deutsch oder Englisch implementiert sind bzw. keine Beschreibungen in Englisch oder Deutsch enthalten, werden soweit möglich übersetzt. Ist es trotz entsprechender Bemühungen nicht möglich eine App angemessen zu übersetzen, ist diese auszuschließen. Während der Sichtung der Apps ist zu prüfen, ob ein Zugriff möglich ist. Folglich sind Apps auszuschließen, die zum Zeitpunkt der Analysen nicht mehr verfügbar, nicht herunterladbar, nicht funktionsfähig oder aber ohne Registrierung nicht nutzbar sind. Ist letzteres der Fall ist eine inhaltliche Auswertung vorzunehmen, indem die Beschreibungen und Screenshots der App sowie, falls vorhanden, zugehörige Webseiten oder Veröffentlichungen analysiert werden. Eine qualitative Bewertung der Apps erfolgt jedoch nicht.

In Bezug auf die **Zielgruppe** sind alle Apps einzuschließen, in denen der Fokus auf der Behandlung bzw. Therapiebegleitung von Patienten mit MSKE der Schulter liegt. Dies umfasst

dieselben Krankheitsbilder wie im Scoping Review. Unspezifische Schulterbeschwerden, wie Schulterschmerzen, werden ausschließlich bei Schmerzmanagement-Apps berücksichtigt.

Hinsichtlich der **Intervention** sind alle Apps einzuschließen, die zur Rehabilitationsunterstützung eingesetzt werden können. Hierzu zählen u. a. folgende Anwendungsbereiche: Prävention, Diagnostik, Therapie, Schmerzmanagement und Selbstmanagement. Apps, die ihren Fokus eher auf die Bereiche Sport und Fitness legen als auf Gesundheit, sind dementsprechend auszuschließen, auch wenn sie theoretisch für die Prävention nutzbar wären. In Bezug auf die Nutzung von Spiel-Design-Elementen werden keine Einschränkungen vorgenommen. Hintergrund ist, dass durch die recht oberflächlichen Beschreibungstexte und einfachen Screenshots nur schwer bis gar nicht erkennbar ist, ob Gamification-Ansätze genutzt werden.

Über den Bereich **Sonstiges** werden Apps ausgeschlossen, die einen völlig anderen Themenbereich betrachten, wie z. B. Shopping oder soziale Netzwerke. Da der Fokus auf der Unterstützung von Patienten liegt, werden auch Apps für medizinisches Personal ausgeschlossen.

Tabelle 3-6 enthält eine detaillierte Auflistung der Ausschlusskriterien.

Tabelle 3-6: Ausschlusskriterien App-Recherche

Kategorie	Ausschlusskriterien
<i>Allgemeines</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apps bzw. App-Beschreibung nicht in Deutsch oder Englisch und trotz entsprechender Bemühungen nicht übersetzbar 2. Kein Zugriff möglich <ol style="list-style-type: none"> a. App nicht (mehr) verfügbar b. Download nicht möglich c. App nicht funktionsfähig d. Registrierung (mittels Patientencode) erforderlich e. Kostenpflichtiges Abonnement erforderlich
<i>Population</i>	<ol style="list-style-type: none"> 3. Kein Fokus auf muskuloskelettale Schultergelenkspatienten <ol style="list-style-type: none"> a. Neurologische Erkrankungen b. Herz-Kreislauf-Erkrankungen c. Krebserkrankungen d. Muskuloskelettale Erkrankungen <u>nicht</u> Schultergelenk e. Angeborene Erkrankungen des Skelettsystems f. Amputationen/Prothesen g. Sonstige Erkrankungen h. Mensch steht nicht im Fokus
<i>Intervention</i>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Fokus eher auf Sport und Fitness als auf rehabilitative Maßnahmen
<i>Sonstiges</i>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Sonstiger Themenbereich <ol style="list-style-type: none"> a. Apps für medizinisches Personal b. Lifestyle (z. B. Shopping, Beauty, Reise) c. Lehre und Fortbildung im Allgemeinen (z. B. Lexika, Anatomie-Atlanten) d. Soziale Netzwerke, Dating e. Spiele

Suchanfrage

Der Google Play Store bietet zwei Möglichkeiten nach Apps zu suchen. Neben der Suche über Suchbegriffe ist es möglich, Apps über Kategorien zu filtern. Für den Bereich Rehabilitation steht jedoch keine eigene Kategorie zur Verfügung. Hier bietet es sich an, in Kategorien wie *Gesundheit & Fitness* und *Medizin* zu suchen. Um auch Apps für die Prävention, Lehre und das Selbstmanagement zu finden, wäre es darüber hinaus sinnvoll, die Suche auf die Kategorien

Lifestyle, Lernen und *Sport* auszuweiten. Da jedoch eine gleichzeitige Suche über Kategorien und Suchbegriffe nicht möglich ist, findet die Suche lediglich über konkrete Suchbegriffe statt.

Die Entwicklung eines geeigneten Suchterms erfolgt in Bezug auf die Patientengruppe und Intervention äquivalent zum Scoping Review. Da im Google Play Store weder logische Operatoren noch Trunkierungen anwendbar sind, ist die Suche mit einzelnen Suchbegriffen bzw. Kombinationen dieser durchzuführen. Aufgrund des erheblichen Umfangs relevanter Begriffe und Kombinationsmöglichkeiten in den einzelnen Suchblöcken wird zunächst eine Reduktion der Suchbegriffe vorgenommen. So findet der Suchblock **Intervention [Technik]** hier keine Anwendung. Ausschließlich bei als relevant eingestuften Apps wird analysiert, ob Spiel-Design-Elemente Verwendung finden. In Bezug auf den Suchblock **Patient, Population [Schulter]** wird lediglich nach der spezifischen Bezeichnung *Schulter* gesucht. Der Suchblock **Intervention [Rehabilitation]** wird nach übergeordneten Bezeichnungen und gängigen Synonymen gefiltert, wie Rehabilitation, Reha, Therapie, Prävention oder Selbstmanagement. Da im Google Play Store sowohl englisch- als auch deutschsprachige Apps aufgeführt sind, werden die Suchterme in beiden Sprachen formuliert. Es ergeben sich die folgenden 17 Suchterme:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| • Rehabilitation Schulter | • Rehabilitation Shoulder |
| • Reha Schulter | • Reha Shoulder |
| • Therapie Schulter | • Therapy Shoulder |
| • Prävention Schulter | • Prevention Shoulder |
| • Schmerzmanagement Schulter | • Pain Management Shoulder |
| • Selbstmanagement Schulter | • Self-Management Shoulder |
| • Patientenpfad Schulter | • Pathway Shoulder |
| • Behandlungspfad Schulter | • Guideline Shoulder |
| | • Disease Management Shoulder |

Suchstrategie

Die Suche erfolgt über das Web-Interface des Google Play Stores durch konsequente Eingabe der Suchterme. Alle Suchergebnisse werden zunächst unter Angabe des Namens und Entwicklers dokumentiert und auf Duplikate geprüft. Als Duplikate zählen mehrfach erfasste Apps, gleiche Apps in unterschiedlicher Sprache sowie kostenlose und kostenpflichtige Apps. Bei letzterem wird immer die App mit dem größeren Funktionsumfang eingeschlossen. Eine initiale Sichtung der App-Beschreibungen und Screenshots durch zwei unabhängige Reviewer ist äquivalent zur Titel- und Abstractsichtung eines Literaturreviews durchzuführen. Hierbei werden alle Apps einer der drei nachfolgenden Kategorien zugeordnet: Eingeschlossen, ausgeschlossen, anwendbar. Bei Apps der Kategorie ‘anwendbar’ handelt es sich um solche, die nicht explizit für die Behandlung und/oder Begleitung von Patienten mit MSKE der Schulter entwickelt wurden, jedoch durchaus hierfür geeignet wären, da als Zielgruppe orthopädische Erkrankungen oder nicht näher definierte Schulterverletzungen und Schulterschmerzen angegeben sind. Apps der Kategorie ‘eingeschlossen’ werden, soweit möglich, unter Verwendung der Emulator-Software ‘BlueStacks’ [113] für Android heruntergeladen und im Hinblick auf Eignung geprüft. Hierbei ist es wiederum möglich, die Apps einer der drei Kategorien zuzuordnen.

Synthese der Ergebnisse

Die Analyse der eingeschlossenen Apps erfolgt sowohl deskriptiv, wertend als auch inhaltlich. Grundlegende App-Charakteristiken werden deskriptiv unter Verwendung folgender Kennzahlen beschrieben: Versionsnummer, Verfügbarkeit auf unterschiedlichen Plattformen (iOS, Android), Kosten, Downloadzahlen, Nutzerbewertungen sowie Anzahl der Nutzerbewertungen.

Mittels Mobile App Rating Scale (MARS) wird die App-Qualität bewertet [114]. MARS ist ein einfach zu nutzender, objektiver und reliabler Fragebogen zur Erfassung der Qualität von mHealth-Apps in fünf Dimensionen: (1) Engagement, (2) Funktionalität, (3) Ästhetik, (4) Informationsqualität und (5) subjektive Qualität [114]. Alle Apps werden für mindestens 5 Minuten durch zwei Reviewer bewertet. Anschließend wird für jede der 23 Fragen der Mittelwert gebildet. Die abschließende Auswertung erfolgt durch Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Dimensionen sowie einem Gesamtwert für die Dimensionen 1-4. Eine App wird als 'gut' erachtet, wenn die Gesamtbewertung bei ≥ 4 liegt [115].

Ausgangsbasis für die inhaltliche Analyse ist der im Rahmen des Scoping Reviews entwickelte Codebaum (Anhang 1, S. 187). Aufgrund der geringen Details, die sich in den Apps bzgl. der konkreten Rehabilitationsphase, der adressierten Motivationskonzepte und der Evaluation finden lassen, werden lediglich die Hauptgruppen *Zielgruppe*, *Anwendungsbereich* und *Spiel-Design-Elemente* genauer betrachtet. Sofern erforderlich findet hierbei eine Ergänzung der bereits ermittelten Subkategorien mittels Subsumtion statt (induktive Kategorienbildung).

3.2.2 Durchführung der App-Recherche

Die App-Suche wurde vom 17.01.-23.01.2020 im Google Play Store durchgeführt. Insgesamt ergab die Eingabe der 17 Suchterme 3227 Treffer (Abbildung 3-5).

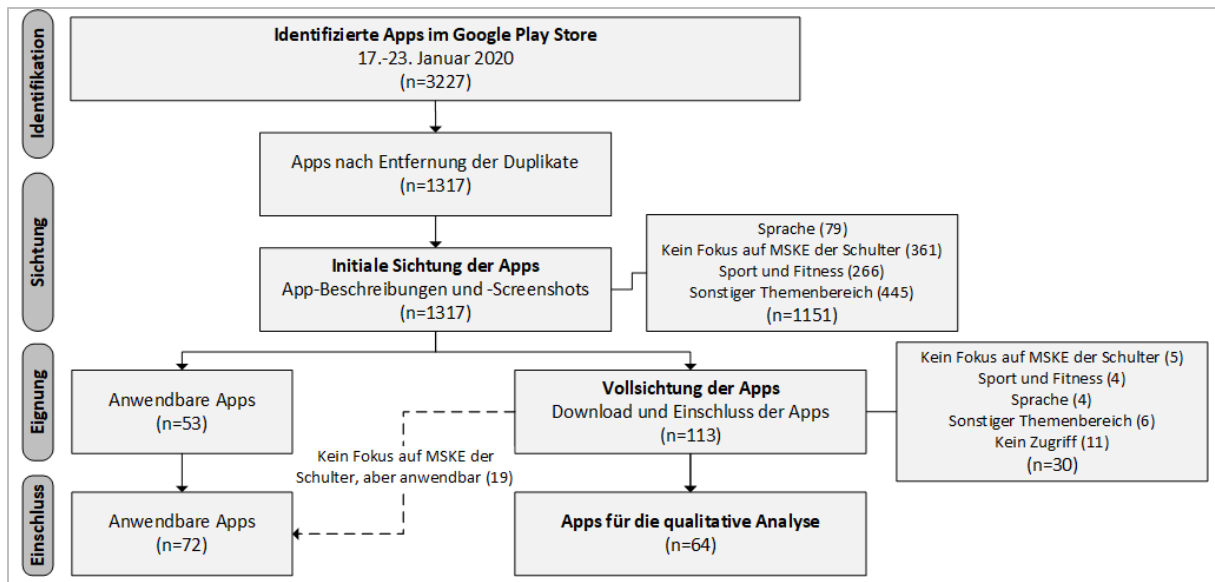


Abbildung 3-5: Überblick über die Analyseschritte der App-Recherche

Nach Ausschluss der Duplikate fand eine initiale Sichtung der Beschreibungen und Screenshots der verbliebenen 1317 Apps durch zwei unabhängige Reviewer gemäß der festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien statt. Bei Unstimmigkeiten wurde ein dritter Reviewer zur

Diskussion hinzugezogen. Insgesamt konnten 53 Apps in die Kategorie ‘anwendbar’ eingeordnet werden (Details siehe Anhang 1, S. 191). 113 weitere Apps wurden heruntergeladen und in die App-Sichtung einbezogen. Diese erfolgte äquivalent zur initialen Sichtung. 64 Apps entsprachen den Einschlusskriterien für die qualitative Analyse, 19 weitere Apps wurden aufgrund des fehlenden Fokus auf konkrete MSKE der Schulter der Kategorie ‘anwendbar’ zugeordnet.

3.2.3 Ergebnisse der App-Recherche

Von insgesamt 1317 Apps wurden 64 als relevant für die Unterstützung der Rehabilitation von Patienten mit MSKE der Schulter eingestuft und analysiert (Tabelle 3-7).

Tabelle 3-7: Relevante Apps der Google Play Store Analyse

Nr.	Name	Entwickler	Anwendungsbereich
1	Shoulder Rehabilitation Exercises [116]	Sharudin	Bewegungstherapie
2	Schulter-, Nackenschmerzen Erleichterung [117]	Fitness Lab	Bewegungstherapie
3	Schulterschmerzen Übungen [118]	Adminapps	Bewegungstherapie
4	Schmerzen in der Schulter Übungen [119]	tbeapps	Bewegungstherapie
5	Physiotherapie-Übungen [120]	abayapps	Bewegungstherapie
6	Gefrorene Schulterübungen [121]	abayapps	Bewegungstherapie
7	Healure: Physiotherapy Exercise Plans [122]	Healure Technology	Bewegungstherapie
8	Frozen Shoulder Protocols [123]	Dr.Isaac's Holistic Wellness	Information
9	shoulder pain [124]	Ciro Store	Information
10	Home Remedies for Shoulder Pain [125]	Ocean Digital Store	Information
11	Fisioterapia fractura hombro [126]	Grupo de Telemática e Imagen	Bewegungstherapie
12	Neck, shoulder pain relief [127]	HindiTreading Apps	Information
13	Rid of Shoulder Pain Remedies [128]	StatesApps	Information
14	SPACS [129]	Nick Noye	Assessment
15	Pathways Pain Relief [130]	Scientificallly-grounded chronic pain therapy	Schmerzmanagement
16	Prakruti Physiotherapy Clinic [131]	PHYSIO PLUS	Selbstmanagement
17	Hombro Doloroso [132]	DeporteDoc	Diagnostik
18	Rheuma-Auszeit [133]	Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V.	Alternativmedizin
19	Bursitis (Guide) [134]	Space Mountain Apps	Information
20	9zest FixHealth - Pain, Stress [135]	9zest	Schmerzmanagement
21	Mapas del Dolor [136]	Faes Farma	Information
22	Orthopedics Shoulder & Elbow [137]	Medics-paramedicsapp	Information
23	The Pain Clinic [138]	Om Net Solution	Schmerzmanagement
24	Healo [139]	Empowered Applications	Selbstmanagement
25	ShoulderApp [140]	MultimediaTechnology	Bewegungstherapie
26	iTraumApp Shoulder Pro [141]	Urodev	Information
27	Limber Health [142]	Limber Health	Selbstmanagement
28	Disease का Perfect Treatment [143]	softline54	Alternativmedizin
29	Doctor ज्ञान (Education) 3 weeks में [144]	miltone	Alternativmedizin
30	MPS Shoulder Therapy [145]	Center for Pain and Stress Research	Alternativmedizin
31	Clinical Orthopaedics Surgery [146]	Fadevs	Information
32	Doctor Homeopathy [147]	VTSBRO Apps	Alternativmedizin

Fortsetzung Tabelle 3-7: Relevante Apps der Google Play Store Analyse

Nr.	Name	Entwickler	Anwendungsbereich
33	the painspace: for pain relief [148]	The Painspace	Schmerzmanagement
34	Musculoskeletal (MSK) Self-Care [149]	NHS Leicestershire Health Informatics Service	Selbstmanagement
35	Forward Head GB [150]	Health care IT	Prävention
36	How to Treat a Sore Shoulder [151]	NonitaDev	Information
37	Medical and Health Tips [152]	MQQ Studios	Information
38	Divine Care: Acupressure Points, Health & Beauty [153]	Divine Care Company	Alternativmedizin
39	Ouchie: your pain management companion [154]	Ouchie	Schmerzmanagement
40	Wellness Homeo [155]	hani rathor	Alternativmedizin
41	Smarter Symptom Tracker [156]	Smarter Symptom Tracker	Schmerzmanagement
42	Keep Your Joints Healthy Naturally [157]	RK Unit	Information
43	درمان خانگی شانه درد [158]	hasan ahmadi	Alternativmedizin
44	HomeoCare [159]	smart vue	Information
45	ErgoArmMeter [160]	LIME KAROLINSKA INSTITUTET	Assessment
46	Injurymap - Effective exercise therapy [161]	Injurymap	Bewegungstherapie
47	Hombro [162]	Alberto Sanchez	Information
48	Physiotherapy Exercises by Dr. Huma Ibrar Abbasi [163]	Multi App Logix	Bewegungstherapie
49	iShoulder [164]	Alberto Sanchez	Information
50	Gharelu Nuskhe Gharelu Upchar [165]	Health Fitness and Tutorials	Alternativmedizin
51	Acupuncture Guide [166]	Health Fitness and Tutorials	Alternativmedizin
52	Der Sportdoktor [167]	Eva-Maria Zettl	Information
53	Orthopedic Referral Guidelines [168]	Colin McDonnell	Information
54	Vivira - Physiotherapie Übungen für Zuhause [169]	Vivira Health Lab GmbH	Bewegungstherapie
55	Physera [170]	Physera	Bewegungstherapie
56	Strappt [171]	Strapp Pty Limited	Physikalische Therapie
57	Needleless Acupuncture: Self Treatment Guide [172]	aDRp	Alternativmedizin
58	MEHAB- Mobile Physical Therapy [173]	Mehab, LLC	Bewegungstherapie
59	Rehab Guru Client [174]	Rehab Guru Team	Bewegungstherapie
60	Ethos Body And Mind Clinic [175]	Softtech India	Schmerzmanagement
61	Remedios Caseros Arthritis [176]	Nubia Suarez	Alternativmedizin
62	PhysioAdvisor Exercises [177]	PhysioAdvisor	Bewegungstherapie
63	Home Remedies und Heilung [178]	Health & Fitness Guide	Alternativmedizin
64	Schmerzen Übungen [179]	Silent Developer	Schmerzmanagement

3.2.3.1 App-Charakteristiken

Etwa ein Viertel aller relevanten Apps stehen sowohl Android als auch Apple Nutzern zur Verfügung (n=26). Überwiegend sind diese kostenlos herunterladbar. Lediglich für vier Apps entstehen einmalige Downloadkosten in Höhe von 1,09€ bis 7,99€^{[141], [145], [168], [177]}. Für die Verwendung von fünf Apps ist es notwendig ein Abonnement abzuschließen^{[130], [135], [161], [169], [173]}. Hierfür entstehen wiederkehrende, monatliche Kosten zwischen 8,99€ und 14,99€ Über die

Versionsnummer wird klar, dass diese Apps, im Vergleich zu den meisten kostenfreien Apps, häufiger Aktualisierungen und Fehlerbehebungen erhalten.

Die Anzahl der Downloads variiert stark. Während vier Apps weniger als 10-mal heruntergeladen wurden^{[137], [142], [168], [172]}, wurden 12 Apps mehr als 10.000-mal heruntergeladen¹³. Die App ‘Schulter-, Nackenschmerzen Erleichterung’ [117] ist mit mehr als 50.000 Downloads die mit Abstand am häufigsten heruntergeladene, nicht aber die am häufigsten oder am besten bewertete App (89 Bewertungen; 2,8 Sterne). Für mehr als die Hälfte der Apps stehen keine Nutzerbewertungen zur Verfügung (n=33). Auch die übrigen Apps weisen eine eher geringe Anzahl an Wertungen auf. So wurden nur 12 Apps mehr als 50-mal bewertet, davon lediglich vier mehr als 100-mal^{[122], [146], [147], [176]}. Die am häufigsten beurteilte App ist ‘Doctor Homeopathy’ [147] mit 221 Bewertungen (4,3 Sterne). Im Durchschnitt wurden die Apps mit 4,2 ($\pm 0,47$) Sternen bewertet. Die drei besten Apps mit 4,8 Punkten sind ‘Shoulder Rehabilitation Exercises’ [116], ‘Divine Care: Acupressure Points, Health & Beauty’ [153] und ‘iShoulder’ [164]. Auch für diese Apps stehen nur wenige Nutzerbewertungen zur Verfügung, sodass fraglich ist, inwieweit diese tatsächlich zutreffend sind. So spiegelt MARS dieses Ergebnis nicht wider (Details siehe Anhang 1, S. 188). Hier sind die drei am besten bewerteten Apps ‘Vivira – Physiotherapie Übungen für Zuhause’ [169], ‘Rheuma Auszeit’ [133] und ‘Ouchie: your pain management companion’ [154], sowohl im MARS-Gesamtscore (Dimension 1-4) als auch der subjektiven Qualitätsbewertung (Dimension 5). Insgesamt konnten nur wenige Apps mittels MARS als ‘gut’ eingestuft werden (n=10). Weiterhin lässt sich feststellen, dass die durchschnittliche Bewertung mittels MARS, mit 3,31 ($\pm 1,45$) Punkten, deutlich schlechter ist als die Nutzerwertung. Grund hierfür könnte die Vielzahl unbewerteter Apps im Google Play Store sein. Es liegt die Vermutung nahe, dass Apps von geringer Qualität und/oder begrenztem Funktionsumfang nur minimale Aufmerksamkeit zukommt, wodurch keine Bewertung stattfindet.

3.2.3.2 Zielgruppe

Es existiert eine Reihe von Apps für MSKE. Der Anteil für MSKE der Schulter (n=64), ist im Vergleich zu anderen MSKE (n=138) jedoch eher gering. So werden am häufigsten Trainings-Apps zur Unterstützung von Patienten mit Nacken-, Rücken und Kniebeschwerden eingesetzt.

Etwa die Hälfte aller relevanten Apps fokussiert keine konkrete Schultererkrankung (n=28). Vielmehr werden unspezifische Beschwerden, wie muskuloskelettale Schulterschmerzen^{[135], [148], [156], [179]} und Schulterverletzungen^{[157], [171], [177]} sowie MSKE der Schulter ganz im Allgemeinen (n=21) adressiert. Neun weitere Apps setzten zwar auch keinen Fokus, wurden aber für mehrere spezifische Schultererkrankungen¹⁴ entwickelt. Hierzu zählt bspw. die App ‘Healure: Physiotherapy Exercise Plans’ [122], die therapeutische Übungen und Schmerz-Assessments für Patienten mit Arthritis oder einer Frozen Shoulder bereitstellt. Auch insgesamt sind Frozen Shoulder (n=14) und Arthritis (n=6) die am häufigsten adressierten Krankheitsbilder. Unter Arthritis sind verschiedene Typen zusammengefasst, wie Osteoarthritis^[154] und Rheumatische Arthritis^{[133], [136], [165], [166], [176]}. Apps mit alleinigem Fokus auf eine bestimmte

¹³ [116], [117], [122], [133], [146], [147], [161], [163], [169], [170], [176], [178]

¹⁴ [117], [118], [120], [122], [124], [125], [128], [162], [164]

MSKE der Schulter, wie SIS^[170], Schulterfrakturen^{[126], [127]}, Rotatorenmanschettenrupturen^[161], Schulterluxationen^{[129], [151]} oder Bursitis^[134], sind hingegen nur vereinzelt zu finden.

3.2.3.3 Anwendungsbereiche

Insgesamt stehen im Google Play Store eine Vielzahl von *Sport und Fitness* Apps zur Verfügung. Neben Apps zum Muskelaufbau, zur Körperstraffung und für die allgemeine Fitness zählen hierzu auch Yoga-, Pilates-, und Wassergymnastik-Apps, die potentiell für die Prävention und als Ergänzung zu rehabilitativen Maßnahmen eingesetzt werden könnten. Im Vergleich zu anderen präventiven oder begleitenden Apps wurden diese jedoch nicht explizit für diese Zwecke konzipiert, sodass individuelle Bedürfnisse der Patienten bei konkreten Schultererkrankungen möglicherweise unberücksichtigt bleiben. Hinzu kommt eine Reihe von einrichtungsbezogenen Apps (vgl. Kategorie ‘anwendbar’), die nicht direkt für die Behandlung und Unterstützung von Patienten mit MSKE der Schulter vorgesehen sind. Diese reichen von Fitnessstudios und Yogazentren über Physiotherapiepraxen bis hin zu Rehabilitationskliniken. So stellen die Apps ‘MEDIAN’ [180] und ‘Solequelle Bad Westernkotten’ [181] orthopädischen Patienten, die in ihrer Einrichtung stationär behandelt werden, umfangreiche Informationen zu den Rehabilitationseinrichtungen sowie dem aktuellen Kursprogramm zur Prozessunterstützung zur Verfügung. Ähnliche Apps finden sich auch im ambulanten Sektor^[131].

Die meisten Apps der Kategorie ‘eingeschlossen’ dienen der *Informationsbereitstellung* zu Themen wie Alternativmedizin^{[125], [127], [134], [144]}, Bewegungstherapie^{[124], [162]} sowie Pathologie, Ätiologie und Diagnostik^{[123], [146], [152], [162], [164]}. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Trainings-Apps (Tabelle 3-7), die sich jedoch stark im Funktionsumfang und ihrer Qualität unterscheiden. Während Apps wie ‘Gefrorene Schulterübungen’ [121] und ‘Schulterschmerzen Übungen’ [118] lediglich einfache Sammlungen und Beschreibungen von Übungen beinhalten, sind Apps wie ‘Physera’ [170] und ‘Vivira’ [169] deutlich interaktiver, umfangreicher und insgesamt ansprechender gestaltet. So bietet ‘Vivira’ Patienten mit MSKE der Schulter personalisierte *Trainingsprogramme* mit täglichen Übungen für zu Hause, monatlichen Bewegungstests (*Assessment*) sowie Verlaufskontrollen (*Monitoring*) [169]. Auch Apps zur Anwendung von *Alternativmedizin* und *Hausmitteln* als Therapiebegleitung sind nicht selten und reichen von Akupunktur und Triggerpunkt-Therapie^{[145], [172], [166]} über Homöopathie^{[143], [144], [147], [155]} und Ayurveda^{[138], [143], [144]} bis hin zu progressiver Muskelentspannung^[133]. Fürs Schmerzmanagement konnten lediglich acht Apps identifiziert werden^{[130], [135], [138], [148], [154], [156], [175], [179]}. Es ist jedoch zu beachten, dass generelle Schmerzmanagement-Apps, bspw. zur regelmäßigen Dokumentation des Schmerzlevels, nicht oder nur in der Kategorie ‘anwendbar’ analysiert wurden. Ohne Frage können Apps, wie ‘Schmerztagebuch’ [182] oder ‘Pain Relief 2.0’ [183] auch für MSKE der Schulter eingesetzt werden. Wie aber bereits bei den Sport- und Fitness-Apps erwähnt, wurden diese nicht für den konkreten Anwendungsfall implementiert.

Während einige Apps zwar über Assessment-Tools zur Selbstreflektion verfügen, sind konkrete Funktionalitäten fürs Monitoring des Therapieverlaufs sowie der Therapieadhärenz selten^{[126], [154], [169], [173], [174]}. Ähnlich verhält es sich mit Apps zur Unterstützung der Prävention, Diagnostik, Akutbehandlung und dem Selbstmanagement. Mit Letzterem beschäftigen sich lediglich vier Apps^{[131], [139], [142], [149]}. In Bezug auf die Nutzerbewertungen, die errechneten

MARS-Scores und die implementierten Funktionalitäten erscheinen die Apps ‘Healo’ [139] und ‘Musculoskeletal (MSK) Self-Care’ [149] in diesem Bereich am vielversprechendsten. Als digitales Therapeutikum bietet ‘Healo’ Patienten mit Rotatorenmanschettenruptur, SIS, Frozen Shoulder oder Schulterinstabilität eine Vielzahl von Funktionalitäten [139]. So können Patienten basierend auf einer Selbsteinschätzung (*Diagnostik*) individuelle Übungsprogramme abrufen (*Training*), ihr aktuelles Schmerzlevel dokumentieren (*Assessment*) und ihren Trainingsfortschritt verfolgen (*Monitoring*). Dennoch bietet ‘Healo’, ebenso wie die übrigen Apps, keine phasenübergreifende Unterstützung. Alles in allem scheint es so, als gäbe es Disease Management-Apps nur für andere chronische Erkrankungen, z. B. ‘Woebot’ [184] für Depressionen, ‘RHD Treatment Tracker’ [185] für Rheumatische Herzerkrankungen oder ‘GLYQA’ [186] für Diabetes. Auch klinische Leitlinien werden i. d. R. nur für medizinisches Fachpersonal zur Verfügung gestellt, nicht aber um Patienten durch den Versorgungsprozess zu begleiten.

3.2.3.4 Spiel-Design-Elemente

Lediglich 12 Apps nutzen Spiel-Design-Elemente, nur fünf davon mehr als drei Spiele-Komponenten in Kombination^{[126], [130], [142], [169], [170]}. Wie bereits aus den Anwendungsbereichen abzuleiten ist, werden am häufigsten Spiele-Komponenten verwendet, wie *Nachrichten/Informationen*, *Aufgaben*, *Fortschritte* und *soziale Medien*, um die Spiele-Mechaniken *Lehre*, *Feedback* und *Kooperation* umzusetzen (Abbildung 3-6). Schlussendlich sollen damit die Spiele-Dynamiken *Fortschritt* (n=6), *Beziehung* (n=5) und *Emotion* (n=2) adressiert werden. Verwunderlich ist, dass einfach zu implementierende Spiele-Komponenten, wie *Punkte*^[169], *Erfolge*^{[142], [154]}, *Abzeichen* und *Ranglisten* nur selten bis gar nicht eingesetzt werden.



Abbildung 3-6: Spiele-Komponenten in Apps fürs MSKE der Schulter (Mehrfachnennung möglich)

Die wohl am umfangreichsten und aufwendigsten konzipierten Apps im Hinblick auf Spiel-Design-Elemente sind ‘Vivira’ [169], ‘Limber Health’ [142] und ‘Pathways Pain Relief’ [130]. Patienten mit einer Frozen Shoulder können die App ‘Pathway Pain Relief’ fürs Schmerzmanagement nutzen [130]. Hierzu stellt die App verschiedene *Aufgaben* an die Nutzer in Form von Lehreinheiten (Text, Video, Quiz) sowie Aufforderungen und Anleitungen zur Durchführung von therapeutischen Maßnahmen, wie Meditation, Visualisierung oder physiotherapeutische Übungen. Diese Aufgaben sind sukzessiv abzuarbeiten, um damit wiederum neue *Inhalte freizuschalten*. *Feedback* erhalten die Nutzer sowohl in Form von motivierenden

Audionachrichten als auch über eine *Fortschrittsanzeige*. Durch die *Integration sozialer Medien* können sich Nutzer darüber hinaus mit anderen Betroffenen austauschen.

3.2.4 Diskussion der App-Recherche

Die systematische App-Recherche im Google Play Store konnte 64 Apps zur Unterstützung von Patienten mit MSKE der Schulter während der Rehabilitation identifizieren. I. d. R. werden diese Apps verwendet, um Informationen zur Erkrankung und möglichen Therapien bereitzustellen, bewegungstherapeutische Trainingseinheiten zu fördern und/oder bei der Durchführung alternativmedizinischer Maßnahmen zu unterstützen. Apps zur Diagnostik, Begleitung einer stationären Rehabilitation und zum Selbstmanagement, insbesondere über mehrere Rehabilitationsphasen hinweg, sind nur selten zu finden. Sofern Spiel-Design-Elemente zur Motivation der Nutzer Verwendung finden, handelt es sich vorwiegend um einfach zu implementierende Spiele-Komponenten, wie Nachrichten und Fortschrittsbalken. Wie bei den zuvor identifizierten Anwendungssystemen (Abschnitt 3.1), scheint auch bei den mHealth-Apps die (psychologische) Wirkung einzelner Spiel-Design-Elemente vernachlässigt zu sein.

Die ausschließliche Erhebung der Marktsituation über den Google Play Store schränkt die Ergebnismenge an Rehabilitationsapps für MSKE der Schulter ein. Von einer Suche im Apple App Store wurde bereits während der Planung Abstand genommen. Angesichts des aktuellen Marktanteils von Android in Deutschland von 75,8 % ist davon auszugehen, dass diese ergänzende Suche nur einen geringen Nutzen im Verhältnis zum Aufwand mit sich bringt [112].

Apps, die sich mehr auf Sport und Fitness als auf Gesundheit konzentrieren, wurden ausgeschlossen, obwohl diese theoretisch für präventive Zwecke einsetzbar sind. Dies schränkt zwar wiederum die Ergebnismenge ein, dennoch war dieser Ausschluss notwendig, um Verzerrung zu vermeiden. So sollten lediglich Apps eingeschlossen werden, die speziell für die Unterstützung des Rehabilitationsprozesses implementiert wurden, in der Annahme, dass diese eher auf die individuellen Bedürfnisse der Zielgruppe angepasst sind. Aus diesem Grund wurde auch die Kategorie der ‘anwendbaren’ Apps eingeführt. Diese Apps sind zwar potentiell für Patienten mit MSKE der Schulter geeignet, wurden aber nicht ausdrücklich für diese konzipiert. Eine ergänzende Analyse dieser Apps erscheint sinnvoll, um die Potentiale von mHealth-Apps für die Rehabilitation von MSKE umfassender zu beschreiben.

Die durchschnittlichen Nutzerbewertungen im Google Play Store sind deutlich besser als die ermittelten MARS-Bewertungen. Dies könnte damit zu erklären sein, dass mittels MARS alle 64 Apps bewertet wurden, während nur für die Hälfte der Apps Nutzerbewertungen vorliegen. Dies spiegelt sich auch in den relativ hohen Standardabweichungen im MARS wider. Die MARS-Bewertungen wurden lediglich von zwei unabhängigen Forschern durchgeführt. Für eine umfassende Aussage zur Qualität der Apps, wäre es interessant diese zusätzlich von betroffenen Patienten bewerten zu lassen. Nichtsdestotrotz scheint der gewählte Ansatz für eine erste qualitative Bewertung ausreichend zu sein, wie vergleichbare Studien zeigen [187], [188].

3.3 Zusammenfassung

Bereits vorhandene Reviews haben das umfangreiche Spektrum von Anwendungssystemen zur Unterstützung des Rehabilitationsprozesses von Patienten mit neurologischen Erkrankungen, wie Morbus Parkinson, Schlaganfall oder Zerebralparese gezeigt [189]. Dagegen ist das Angebot an Anwendungssystemen für MSKE deutlich schmaler. So konnten im Scoping Review lediglich 27 Anwendungssysteme und in der ergänzenden Google Play Store Analyse 64 Apps für die Unterstützung der Rehabilitation von Patienten mit MSKE der Schulter identifiziert werden. Auffällig dabei ist, dass die meisten Anwendungen eher auf unspezifische Beschwerden oder MSKE der Schulter im Allgemeinen ausgerichtet sind, weniger auf eine spezifische Erkrankung. Anwendung finden die meisten Anwendungssysteme im ambulanten Bereich, i. d. R. beim Patienten zu Hause in Form von nachgelagerten Rehabilitationsleistungen, insbesondere physiotherapeutischen Eigenübungen. Anwendungssysteme zur Unterstützung der Prävention, Diagnostik, stationären Rehabilitation und Monitoring scheint es so gut wie nicht zu geben. Zwar ist das Angebot auf dem mHealth-Markt deutlich umfangreicher, so gibt es auch Apps für alternativmedizinische Maßnahmen, Prävention und Informations- und Wissensvermittlung, jedoch existieren auch hier kaum Apps fürs Selbstmanagement. Darüber hinaus scheint es sowohl in der Fachliteratur als auch auf dem App-Markt keine umfassenden, prozessübergreifenden Anwendungen zu geben, die Patienten im Sinne des Disease Managements über mehrere Rehabilitationsphasen hinweg, kurz- oder langfristig, motivierend begleiten.

Die Analyse der Spiel-Design-Elemente macht deutlich, dass häufig nur einfach zu konzipierende und implementierende Spiele-Komponenten, wie Aufgaben, Punkte und Level angewendet werden. Komplexere und somit spannendere Spiele-Komponenten und -Mechaniken, wie Handlungsstränge, Sammlungen und Teams, werden kaum eingesetzt. Trotz der positiven Effekte von Gamification auf Motivation und Adhärenz, fällt insbesondere bei der App-Analyse auf, dass mit Ausnahme von Nachrichten bzw. Informationen und simplen Aufgaben Spiel-Komponenten insgesamt nur sehr wenig Anwendung finden.

Die Auswahl, Kombination und Implementierung von Spiel-Design-Elementen erscheinen häufig unüberlegt. So werden patientenspezifische Charakteristiken, wie Alter, Geschlecht und persönliche Präferenzen bei der Konzeption selten bis gar nicht berücksichtigt. Die adäquate Auswahl und Implementierung von Spiel-Design-Elementen basieren aber zu großen Teilen auf der zu adressierenden Zielgruppe und das bedeutet nicht nur auf der Erkrankung der Nutzer. Weiterhin wird auch der faktischen Wirkung einzelner Spiele-Komponenten und -Mechaniken kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Entsprechende Motivationsmodelle und -theorien finden weder zur Beschreibung noch zum Nachweis der Wirkung Anwendung.

Fast alle im Scoping Review identifizierten Anwendungssysteme wurden in irgendeiner Art und Weise evaluiert. Zu meist geht diese Evaluation jedoch nicht über die technische Machbarkeit, Akzeptanz und Usability hinaus. So fehlen vergleichende (klinische) Langzeitstudien zum Nachweis der Motivations- und Adhärenzsteigerung, hervorgerufen durch die entwickelten Anwendungssysteme bzw. durch (einzelne) verwendete Spiel-Design-Elemente.

4 Ein Ansatz zur Steigerung der Adhärenz in Rehabilitationsprozessen mittels Gamification

Dieses Kapitel bildet den methodischen Kern der vorliegenden Arbeit. Nach Planung der Vorgehensweise zur Entwicklung des GISMOR-Ansatzes – ‘Gamification Increasing Motivation for Rehabilitation’ – werden die übergeordneten Dienstleistungen spezifiziert, die der Ansatz erfüllen soll. Aufbauend hierauf erfolgt die eigentliche Konzeptualisierung, die sich aus der Ermittlung, Analyse und Repräsentation patientenspezifischer Adhärenzfaktoren, der Erhebung und Nutzenanalyse von Spiel-Design-Elementen für die Rehabilitation, der Identifikation möglicher Patientenpfade und Entscheidungskriterien sowie der Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Orchestrierung von Rehabilitationsleistungen zusammensetzt. Den Abschluss bildet die Integration des Ansatzes in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen.

4.1 Vorgehensmodell

Generell lassen sich Medizinische Assistenzsysteme über ein Schichtenmodell beschreiben, das aus sechs Ebenen besteht: (1) Anwendungsebene, (2) Interaktionsebene, (3) Dienstebene, (4) Kommunikationsebene, (5) Datenebene und (6) Hardware/Medizingeräte [45]. Basierend auf diesem Schichtenmodell erfolgt die Entwicklung des GISMOR-Ansatzes, der zur Entwicklung und Optimierung von DiGA in der Rehabilitation mit dem Ziel der Adhärenz- und Motivationssteigerung durch Gamification eingesetzt werden soll. Da über das Basismodell nicht alle Komponenten des GISMOR-Ansatzes im Detail abbildbar sind, erfolgt eine Unterteilung der Dienstebene in die *Dienstleistungsebene*, *Patientenebene*, *Gamificationsebene*, *Prozessebene* und *Orchestrierungsebene* (Abbildung 4-1). Um auch die Integration in (transinstitutionelle) Informationssysteme des Gesundheitswesens [49] berücksichtigen zu können, werden die ursprünglichen Ebenen 4-6 zusammenfassend in der *Informationssystemebene* betrachtet.

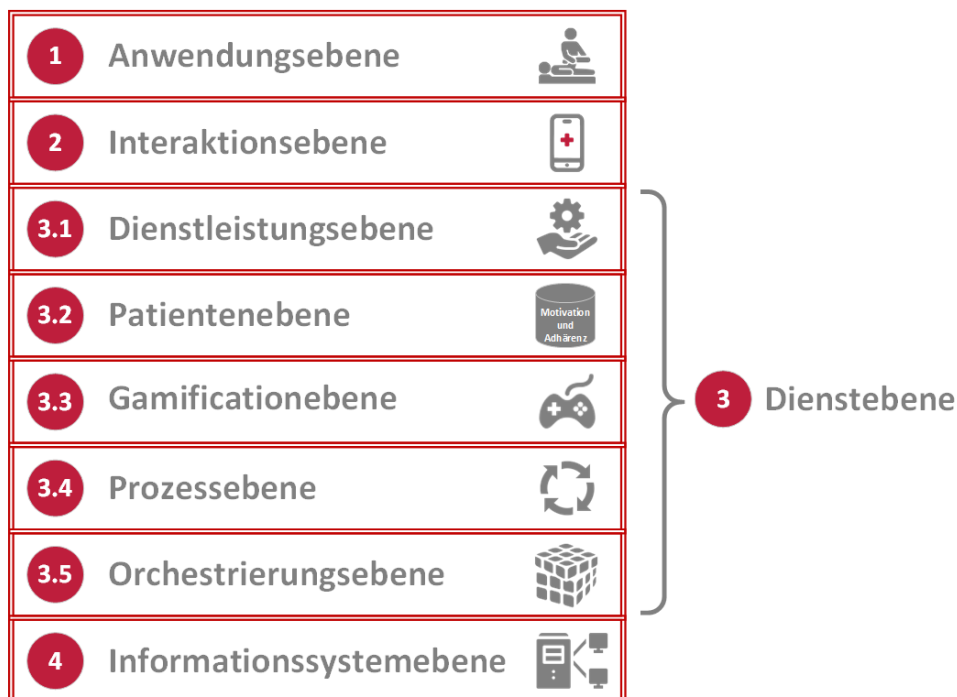


Abbildung 4-1: GISMOR-Vorgehensmodell (Icons von [190])

1. Anwendungsebene

Die Anwendungsebene beschreibt den Kontext in dem das Medizinische Assistenzsystem eingesetzt werden soll. Dieser beinhaltet den medizinischen Fachbereich, die zugrundeliegende Indikation sowie die Intention zur Nutzung [45]. Diese Aspekte wurden als Orientierung für diese Arbeit bereits in Abschnitt 1.1 wie folgt definiert:

Medizinischer Fachbereich: (Tele-)Rehabilitation inkl. Prävention

Indikation (generisch): Chronische Erkrankungen mit Rehabilitationsbedarf

Intention: Adhärenzsteigerung (Patienten-Compliance, Motivation)

2. Interaktionsebene

Die Interaktionsebene stellt die Schnittstelle zum Nutzer dar und dient der konkreten Umsetzung und Visualisierung, der in der Dienstebene definierten Funktionalitäten [45]. Die Interaktionsebene ist demnach abhängig von der zugehörigen Konzeptualisierung und Implementierung eines Medizinischen Assistenzsystems.

3. Dienstebene

Die Dienstebene begründet „komplexere Dienste, die sich aus den technischen Komponenten und Modulen der darunterliegenden Systemschichten zusammensetzen lassen“ [45] und dem Nutzer über die Interaktionsebene bereitzustellen sind [45]. Im Weiteren wird die Dienstebene nur noch impliziert über die nachfolgend aufgeführten Ebenen beschrieben.

3.1. Dienstleistungsebene

Die Dienstleistungsebene charakterisiert die Dienstleistungen, die durch das Medizinische Assistenzsystem anzubieten sind. Sie definiert darüber hinaus die rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen, die bei der Umsetzung des GISMOR-Ansatzes in Form Medizinischer Assistenzsysteme einzuhalten sind.

3.2. Patientenebene

Die Patientenebene begründet die Erhebung und Bereitstellung patientenindividueller Faktoren und Charakteristika, die einen Einfluss auf die Motivation und Adhärenz von Patienten in Rehabilitationsprozessen haben. Sie ist damit Basis für die Dienste *Motivationssteigerung* und *Gesundheitskompetenz*.

3.3. Gamificationebene

Die Gamificationebene dient der Auswahl, Kombination und dem gezielten Einsatz von Spiel-Design-Elementen im Rehabilitationsprozess zur Adressierung der vorab identifizierten Adhärenzfaktoren. Im Fokus steht dabei die spielerische Stärkung der Selbstmanagementfähigkeiten der Patienten.

3.4. Prozessebene

Die Prozessebene beschreibt Möglichkeiten zur Einbindung des Medizinischen Assistenzsystems in den Rehabilitationsprozess. Sie dient der Abbildung der Behandlungspfade und des Patientenpfads in Rehabilitationsprozessen in Form von Aktivitäten, Akteuren und Entscheidungen. Zusätzlich zur medizinischen Sicht sind organisatorische und rechtliche Rahmenbedingungen einzubeziehen (*Patientensicht*).

3.5. Orchestrierungsebene

Die Orchestrierungsebene stellt Funktionalitäten zur Prozesssteuerung und Entscheidungsfindung im Sinne des Selbstmanagements bereit. Unter Verwendung der in den vorherigen Ebenen definierten Entscheidungskriterien dient sie der Ermittlung eines Entscheidungsmodells mit geeigneter mehrdimensionaler Entscheidungslogik.

4. Informationssystemebene

Die Informationssystemebene beschreibt die Möglichkeit zur Integration eines Medizinischen Assistenzsystems in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen im Gesundheitswesen. Hierbei wird entsprechend des Basismodells, auf die Kommunikationsebene, Datenebene sowie Hardware und Medizingeräte, insbesondere als externe Wissensquellen, eingegangen.

4.2 Interaktionsebene

Die Interaktionsebene beschreibt die konkrete Umsetzung und Visualisierung, der in der Dienstebene definierten Funktionalitäten [45]. Obwohl sie von der individuellen Konzeptualisierung und Implementierung eines jeden Medizinischen Assistenzsystems abhängig ist, ist es möglich, grundsätzliche Anforderungen zu definieren, die zum erfolgreichen Einsatz von auf GISMOR basierenden Medizinischen Assistenzsystemen beitragen. Dabei liegt der Fokus in dieser Arbeit jedoch nicht auf der Beschreibung klassischer Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen an Softwareprodukte, wie der Wartbarkeit, Zuverlässigkeit oder Sicherheit (vgl. Unterabschnitt 4.3.5), sondern auf der Spezifikation wesentlicher Design-Anforderungen an ein Softwareprodukt als Schnittstelle zum Nutzer (*interaktive Systeme*). Bei Medizinischen Assistenzsystemen, die einen Einfluss auf die Einstellungen und das Verhalten eines Nutzers nehmen sollen (*persuasive Systeme*), wie es auch bei GISMOR der Fall ist, ist das Design der Anwendung von besonderer Bedeutung [191]. So dient die Benutzerschnittstelle (User Interface, UI) Patienten, und bei telemedizinischen Anwendungen auch dem betreuendem medizinischen Fachpersonal, der Kommunikation und Navigation durch eine Anwendung. Folglich ist es essentiell, dass diese intuitiv zu bedienen und einfach zu verstehen ist [192]. Ein zu komplexes UI kann Nutzer frustrieren und schließlich dazu führen, dass das Interesse an der Verwendung der Anwendung verloren geht. Schließlich geht es nicht darum, zu erlernen wie man ein Medizinisches Assistenzsystem nutzt, sondern darum dieses auch tatsächlich zu verwenden [192].

Neben Oinas-Kukkonen & Harjumaa [191] und Taype et al. [193] definieren eine Reihe weiterer Autoren Design-Prinzipien für persuasive Systeme, die die Motivation und die Fähigkeiten der Nutzer steigern und ein bestimmtes Verhalten triggern sollen [193]. Ziel ist es, mittels geeigneter Modelle und Frameworks, einen formalen Ansatz zur Gestaltung erfolgreicher persuasiver Systeme zu schaffen, unabhängig davon, ob sie als Web oder mobile Anwendungen umgesetzt werden [193]. Im Fokus dieser Untersuchungen steht der sozio-technische Gedanke hinter einem Softwareprodukt (*Mensch-Computer-Interaktion*). Demnach sind nicht nur die interaktive¹⁵, visuelle und konzeptuelle¹⁶ Gestaltung des UI essentiell bei der Implementierung

¹⁵ Interaktives Design = Gestaltung von Interaktionen; z. B. Drücken eines Buttons, Bewegen der Maus [194]

¹⁶ Konzeptuelles Design = Gestaltung von Funktionalitäten; z. B. Kommandos oder Navigation [194]

einer motivierenden, verhaltensverändernden Anwendung sondern vielmehr das daraus resultierende Benutzererlebnis (User Experience, UX) [194]. Dieses beschreibt die Erfahrungen, die ein Nutzer vor, während und nach der Interaktion mit einer Anwendung macht. Über ein adäquates zielgruppengerechtes Design ist demnach eine UX zu schaffen, die zur optimalen (langfristigen) Nutzung einer Anwendung beiträgt.

4.2.1 Designprozess persuasiver Systeme

Der Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme setzt sich aus vier übergeordneten Teilprozessen zusammen: (1) Verstehen, (2) Visionieren, (3) Konzipieren und (4) Evaluieren [194]. Unter stetiger Analyse und Überwachung unterschiedlicher Design-Prinzipien erfolgt so das schrittweise Design eines persuasiven Systems mit einer möglichst guten UX zur langfristigen Motivation der Nutzer (Abbildung 4-2).

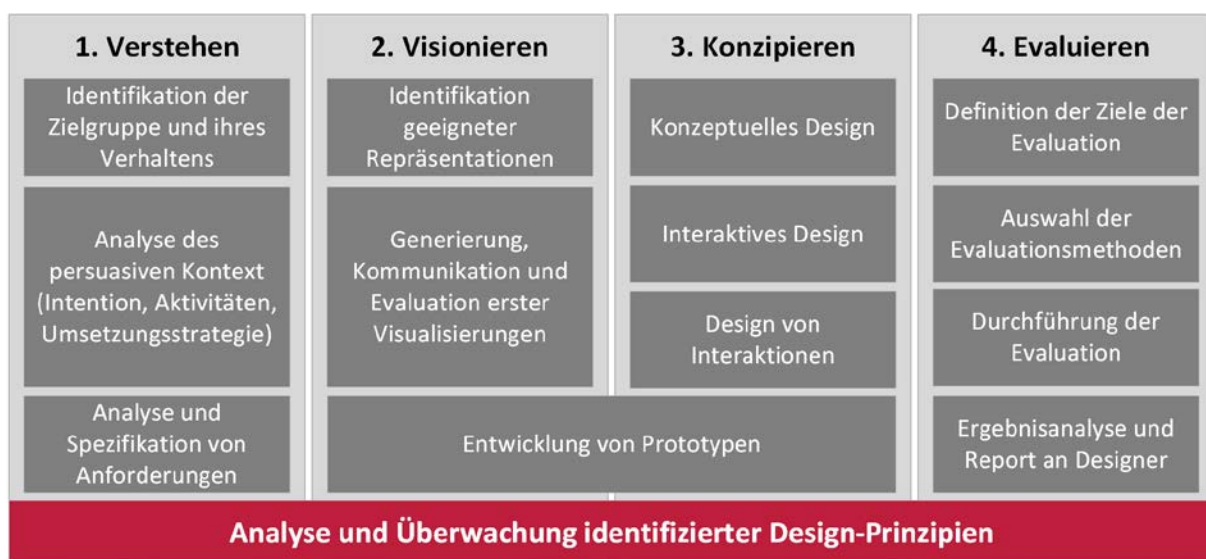


Abbildung 4-2: Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme (eigene Darstellung nach [194])

1. Verstehen

Am Anfang eines adäquaten persuasiven Designs steht die Identifikation der Zielgruppe (*Key-Stakeholder*) [191]. Diese ist so genau wie möglich zu beschreiben, indem die wesentlichen Eigenschaften, Ziele und Bedarfe im Anwendungskontext herausgearbeitet werden. In Bezug auf Rehabilitationsprozesse umfasst dies die Beschreibung der Patientengruppe für die ein auf GISMOR basierendes Medizinisches Assistenzsystem entwickelt werden soll. Dabei sind zunächst die zugrundeliegende Indikation sowie mögliche physische und kognitive Funktionseinschränkungen zu identifizieren, aus denen sich schließlich erste Anforderungen an das Design ableiten lassen. Bspw. sind für eine Patientengruppe mit kognitiven Einschränkungen, wie einer Demenz, Informationen und Anweisungen zur Durchführung von Aktivitäten reduzierter und simpler zu vermitteln als für Patienten mit einer MSKE. Auch aus der vermuteten Gesundheitskompetenz und Motivation der Zielgruppe lassen sich Bedarfe ableiten. Weiterhin sind die Adhärenz zum Zielverhalten und der Umgang mit Motivations- und Adhärenzbarrieren unterschiedlicher Personen mit derselben Indikation zu untersuchen [191]. Neben Grundlagenrecherchen und Beobachtungen kommen hierfür insbesondere Befragungsmethoden zum Ein-

satz. Über Interviews, Fragebögen oder Workshops kann die zukünftige Zielgruppe in den Designprozess eingebunden werden (*partizipatives Design*), um somit individuelle Bedarfe und Therapieziele zu identifizieren [194]. Das nutzerzentrierte Design trägt weiterhin dazu bei verschiedene Perspektiven auf das zugrundeliegende Problem des Motivations- und Adhärenzmangels zur langfristigen Durchführung von Rehabilitationsmaßnahmen einzunehmen und neue Lösungsansätze in partizipativer Zusammenarbeit zu generieren [194]. Zur vertiefenden Untersuchung und Prüfung der Anforderungen und Bedarfe der Zielgruppe bietet es sich weiterhin an, Personas und (Therapie-)Szenarien zu konstruieren [195].

Ein weiterer zentraler Aspekt, ist die Analyse des Kontexts, in dem ein System eingesetzt werden soll. Dieser setzt sich aus der Intention, den Aktivitäten sowie der Umsetzungsstrategie zusammen (Abbildung 4-2). Die Intention dient dazu zu definieren, welche Art der Veränderung durch ein System hervorgerufen werden soll. So ist zu konkretisieren, ob die Einstellungen und/oder das Verhalten einer Person zu beeinflussen sind und ob es sich um eine einmalige oder permanente Verhaltensänderung handelt. Insbesondere die Beeinflussung von Einstellungen, die das Verhalten einer Person direkt steuern, ist am schwersten zu erreichen, da diese i. d. R. auf Emotionen, Überzeugungen und Vorerfahrungen basieren. Hat ein Patient mit einer Frozen Shoulder bspw. bereits in der Vergangenheit Schulterübungen durchgeführt und diese haben Schmerzen hervorgerufen (*negative Vorerfahrungen und Emotionen*), so wird es in Zukunft schwer sein, ihn davon zu überzeugen, regelmäßig eigenständig zu trainieren. Im Rahmen der Aktivitätsanalyse sind zudem die Problemdomäne und das Ziel der Anwendung genauer zu beschreiben, um hieraus konkrete Anforderungen an das Design abzuleiten. Weiterhin ist festzuhalten, welche Technologien hierfür am besten geeignet sind und welche Vorteile aber auch Nachteile und Risiken die Nutzung einer bestimmten Technologie mit sich bringt. Ist es bspw. zweckmäßig, eine einfache App zu implementieren, die den Nutzer zu einem regelmäßigen Heimtraining motiviert oder ist ein komplexes Medizinisches Assistenzsystem unter Verwendung zusätzlicher Hardware hierfür besser geeignet? Im letzten Schritt ist die Umsetzungsstrategie festzulegen – direkt oder indirekt. Bei der direkten, proaktiven Strategie werden Entscheidungen auf Basis der antizipierten Bedürfnisse eines Nutzers vom System getroffen. Aus ethischer Sicht ist dies nur möglich, wenn ein Nutzer dazu in der Lage ist, diese Entscheidung ausreichend zu reflektieren und dementsprechend zu reagieren [193]. Bei der indirekten, autonomen Strategie hingegen werden lediglich Hinweise und Heuristiken als Trigger für ein angestrebtes Verhalten verwendet. Insgesamt ist eine Balance der Strategien anzustreben. [191]

2. Visionieren

Die Visionierung beschäftigt sich mit einer ersten Visualisierung von Ideen und Gedanken zum interaktiven Design einer Anwendung. Ziel ist es, das Design-Problem zu konkretisieren und sich mögliche Lösungsansätze vorzustellen, um diese anderen Personen, wie der zukünftigen Zielgruppe, dem Auftraggeber oder Kollegen, vorzustellen und somit eine gemeinsame Basis für die Evaluation und das Re-Design zu erhalten. Eine gute Visualisierung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kernfeature einer Anwendung ausreichend konkret dargestellt sind, um diese zu verstehen, unnötige Details aber ausgeblendet werden. Je nach Stadium des De-

sign-Prozesses bieten sich unterschiedliche Repräsentationsformen an. So sind Scribbles, Sketches und Storyboards in einem ersten Schritt besonders gut geeignet, um mögliche Lösungsalternativen zu untersuchen und Raum für Fragen zu schaffen. Moodboards, Navigationskarten und Szenarien können aufbauend darauf verwendet werden, um aufzuzeigen, wie sich Nutzer in einer Anwendung bewegen. Die Konkretisierung der Strukturen und Navigation erfolgt über Wireframes, die schließlich in immer detaillierteren Design-Prototypen münden. Hierbei kann es sich entweder um Softwareprototypen handeln, die zwar im Design dem finalen Produkt entsprechen, jedoch nicht dieselben Funktionalitäten beinhalten (*High-Fidelity-Prototyp*), oder aber um papierbasierte Prototypen, die sich auf das zugrunde liegende Design fokussieren (*Low-Fidelity-Prototyp*). Beim Prototyping ist darauf zu achten, dass ein vollständiges Abbild des zukünftigen Systems erzeugt wird, dass sich zum Endprodukt weiterentwickeln lässt. [194]

3. Konzipieren

Ziel der Konzeptionierung ist es, bereits in der Visionierung erstellte Design-Ideen formal abzubilden und in die Systemspezifikation zu überführen. Dies erfolgt zumeist in einem iterativen Vorgehen, bestehend aus dem konzeptuellen und dem interaktiven Design. Mittels eines konzeptuellen Modells gilt es zunächst, die grundlegende Struktur einer Anwendung zu konkretisieren. Diese muss für die zukünftigen Nutzer möglichst einfach verständlich sein, um sich adäquat durch eine Anwendung navigieren zu können. Im Fokus steht demnach die Anordnung, Klassifikation und Organisation einzelner Funktionalitäten entsprechend der Erwartungen der Nutzer. Bspw. würden die meisten Nutzer einer App ein übersichtliches Menü erwarten, über das die Kernfunktionalitäten aufgerufen werden können. Während das konzeptuelle Design von Webseiten recht unkompliziert ist, da die wesentlichen Erwartungen der Nutzer bereits bekannt sind, ist dieses bei komplexen Medizinischen Assistenzsystemen als neue Domäne nicht der Fall. Unterstützen lässt sich der Prozess des konzeptuellen Designs durch Verwendung von Metaphern und der Entwicklung von detaillierten Szenarien und Personas, die alle wichtigen Einsatzmöglichkeiten und Funktionalitäten der Anwendung unter Berücksichtigung eines umfangreichen kontextuellen Hintergrunds abdecken. Liegt ein initiales konzeptuelles Modell vor, kann indes mit dem interaktiven Design begonnen werden. Ziel ist es, aufbauend auf der noch abstrakten Repräsentation von Objekten und Aktionen die Zuordnung einzelner Funktionalitäten zu konkretisieren, indem Interaktionen in logischen Sequenzen strukturiert werden. Dabei geht es nicht nur um die Konkretisierung sondern auch um die Visualisierung des UI. Zur Erstellung eines einheitlichen und einfach verständlichen Designs können Design-Sprachen beitragen, die aus einer festen Menge von Design-Elementen und Regeln zur Anordnung dieser bestehen, wie es bspw. bei Apple- oder Microsoft-Anwendungen der Fall ist. [194]

4. Evaluieren

Die Evaluation dient nicht nur der Überprüfung des ‘finalen’ Designs in Form von Software (*summative Evaluation*), sondern auch dem fortlaufenden Testen von Entwicklungszwischenergebnissen (*formative Evaluation*). Für ein gutes Design ist es notwendig, Feedback bereits in frühen Stadien des Entwicklungsprozesses einzuholen, insbesondere wenn es sich um neuartige Anwendungen handelt. Somit können Design-Fehler und -Probleme frühzeitig erkannt und adressiert werden. Neben Expertenevaluationen anhand von Heuristiken oder kognitiven

Walkthroughs, kommen auch Evaluationen mit potentiellen Nutzern zum Einsatz. Die Bewertung des Designs erfolgt jeweils anhand festgelegter Kriterien, die sich u. a. aus verschiedenen Design-Prinzipien ableiten lassen. Dazu gehören bei persuasiven Systemen nicht nur spezielle Design-Prinzipien für Persuasive Systems (Unterabschnitt 4.2.2), sondern auch Design-Prinzipien für eine möglichst gute UX (Unterabschnitt 4.2.3). [194]

4.2.2 Design-Prinzipien persuasiver Systeme

Wie bereits beschrieben, existiert eine Vielzahl von Design-Prinzipien zur Gestaltung persuasiver Systeme. Zu den aktuellsten Arbeiten zählt das Design-Framework von Taype et al. [193], das sechs bestehende Ansätze analysiert und um weitere Design-Aspekte ergänzt. Aufbauend auf den Basissets von Fogg [196] und Oinas-Kukkonen & Harjumaa [191] konnten die Autoren somit 33 unterschiedliche Design-Prinzipien identifizieren und in vier Gruppen clustern. Dementsprechend lassen sich Design-Prinzipien in die Cluster *Vereinfachung von Aufgaben*, *Benutzerfreundlichkeit*, *Zuverlässigkeit* und *sozialer Einfluss* unterteilen, wobei der soziale Einfluss von besonderer Relevanz ist. Erweitert wird diese Sammlung um ethische Prinzipien, wie Datenschutz, Benevolenz, Verantwortung und Design-Motivation. Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über die 12 am häufigsten genannten und somit relevantesten Design-Prinzipien. Eine vollständige Liste der Design-Prinzipien ist Anhang 2, S. 193 zu entnehmen.

Tabelle 4-1: Design-Prinzipien persuasiver Systeme – Beschreibung und beispielhafte Implementierung [191], [193]

Prinzip	Beschreibung	Implementierungsbeispiel
Vereinfachung von Aufgaben		
<i>Reduktion</i>	Unterteilung eines komplexen Verhaltens in einfache Aufgaben.	App für die poststationäre Rehabilitation listet unterschiedliche Eigenübungen auf.
<i>Tunneling</i>	Führung des Nutzers durch einen Prozess. Anbieten von Alternativen, die auf dem Weg begleiten.	App für die poststationäre Rehabilitation stellt Informationen zu Behandlungsalternativen gemäß der aktuellen Einschränkungen des Nutzers bereit.
<i>Anpassung</i>	Aufbereitung von Informationen entsprechend der potentiellen Bedarfe, Interessen und Persönlichkeiten der Nutzer.	App für die poststationäre Rehabilitation bietet für Anfänger und Fortgeschrittene unterschiedliche Yoga-Übungen an.
<i>Selbstmonitoring</i>	Anzeige des Fortschritts und des aktuellen Status eines Nutzers bzgl. der zu erreichenden Ziele.	App zur Unterstützung von Schulterübungen zeigt die bisher durchgeführten Trainings (pro Woche) an sowie die Übungsqualität.
Benutzerfreundlichkeit		
<i>Vorschläge</i>	Bereitstellung passender Ratschläge und Alternativen.	App zur Tabakentwöhnung schlägt vor zu meditieren statt zu rauchen, um Stress abzubauen.
Sozialer Einfluss		
<i>Soziales Lernen</i>	Möglichkeit zur ‘Beobachtung’ anderer bei der Ausführung eines angestrebten Verhaltens.	App zur Gewichtsreduktion stellt ein geteiltes Ernährungstagebuch bereit.
<i>Sozialer Vergleich</i>	Möglichkeit zum Vergleich der Leistungen eines Nutzers mit den Leistungen anderer Nutzer.	App stellt eine Rangliste bereit, in der der Fortschritt einzelner Nutzer im Vergleich dargestellt wird.

Fortsetzung Tabelle 4-1: Design-Prinzipien persuasiver Systeme – Beschreibung und beispielhafte Implementierung

Prinzip	Beschreibung	Implementierungsbeispiel
<i>Normativer Einfluss</i>	Einsatz von normativen Einflüssen oder Gruppenzwang zum Auslösen eines Verhaltens.	App zur Gewichtsreduktion zeigt Bild einer stark übergewichtigen, in der Bewegung eingeschränkten Person, die nicht mit seinem Kind Fußball spielen kann.
<i>Soziale Förderung</i>	Bereitstellung von Informationen darüber, dass andere Nutzer das gleiche Verhalten haben bzw. anstreben.	App zur Unterstützung von Schülertübungen zeigt an, wie viele andere Patienten gerade zeitgleich trainieren.
<i>Kooperation</i>	Bereitstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Nutzern.	App zur Gewichtsreduktion summiert Gewichtsverlust eines Teams pro Woche auf und belohnt für das Erreichen eines bestimmten Gruppenziels.
<i>Wettkampf</i>	Bereitstellung von Möglichkeiten, um mit anderen Nutzern im Wettkampf zu stehen.	Person, die in einem Monat die meisten aufeinander folgenden Tage trainiert hat, bekommt eine Belohnung.
<i>Anerkennung</i>	Bereitstellung öffentlicher Anerkennung von Einzelpersonen oder Gruppen.	App zur Tabakentwöhnung zeigt die 'Namen' der Personen an, die im letzten Monat nicht geraucht haben.

4.2.3 Design-Prinzipien für ein optimales Benutzererlebnis

Gemäß der europäischen Norm „Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme“ (ISO 9241-210) lässt sich UX definieren als „*Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die aus der tatsächlichen und/oder der erwarteten Benutzung eines Produkts, eines Systems oder einer Dienstleistung resultieren*“ [197]. Dementsprechend kann die UX zwar nicht selbst gestaltet werden, aber ein gutes Design trägt dazu bei, dass Nutzer ein hohes Benutzererlebnis erfahren. Neben ästhetischen Aspekten, wie einer ansprechenden graphischen Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI), spielen beim UX-Design u. a. die Benutzbarkeit (*Usability*), die Barrierefreiheit (*Accessibility*), die Informationsarchitektur und das Engagement eine zentrale Rolle [195], [198]. Mit insgesamt 150 UX-Design-Prinzipien bietet das Handbuch „The Pocket Universal Principles of Design“ [198] eine der umfangreichsten Sammlung im Design-Universum. Für ein gutes Design ist es jedoch nicht erforderlich, all diese Design-Prinzipien umzusetzen. Vielmehr geht es darum, die Schlüsselprinzipien zu verstehen, anwenden zu können und darauf aufbauend gutes Design zu entwickeln. Tabelle 4-2 gibt daher einen Überblick über einige wesentliche UX-Design-Prinzipien.

Tabelle 4-2: Design-Prinzipien für ein optimales Benutzererlebnis [194], [195], [198]

Prinzipien	Beschreibung
Informationsarchitektur	
<i>Visuelle Hierarchie</i>	Visualisierung der logischen Strukturen einer Anwendung zur erleichterten Navigation; z. B. durch eine Baum-, Nest- oder Stufenstruktur.
<i>Gruppierung von Inhalten</i>	Organisation des Inhalts gemäß etablierter organisatorischer Schemata; z. B. alphabetisch, chronologisch, geographisch oder thematisch.
<i>Taxonomie</i>	Verwendung einer einheitlichen, standardisierten Sammlung von Begriffen.

Fortsetzung Tabelle 4-2: Design-Prinzipien für ein optimales Benutzererlebnis [194], [195], [198]

Prinzipien	Beschreibung
Erlernbarkeit	
<i>Sichtbarkeit</i>	Visualisierung der verfügbaren Funktionalitäten und der aktuellen Ausführungen der Anwendung (evtl. auch durch Töne oder Berührung).
<i>Konsistenz</i>	Verwendung einheitlicher Design-Elemente (Aussehen und Verhalten) für eine einfachere Bedienbarkeit sowie zur Wiedererkennung.
<i>Vertrautheit</i>	Verwendung einer Sprache und von Symbolen, die der Nutzergruppe bekannt sind; sonst Verwendung von Metaphern.
<i>Bedeutung</i>	Gestaltung von Elementen entsprechend ihrer Eigenschaften und ihres Nutzens, sodass direkt klar wird wozu sie genutzt werden können.
Sicherheit und Schutz	
<i>Bestätigung</i>	Abfrage einer Bestätigung bei jeder wichtigen oder nicht rückgängig zu machenden Handlung; z. B. Löschen einer Datei.
<i>Rückschritte</i>	Ermöglichen von Rückschritten in Menüs, Tabs oder bei Handlungen; z. B. durch einen Zurück- oder Abbruchbutton.
<i>Wiederherstellung</i>	Ermöglichen der Wiederherstellung von Handlungen, insbesondere bei Fehlern und Irrtümern.
Benutzerfreundlichkeit	
<i>Navigation</i>	Bereitstellung von Unterstützungsangeboten zur erleichterten Navigation; z. B. Hinweise oder Diagramme
<i>Kontrolle</i>	Schaffen von Transparenz bzgl. der Handlungen im System und der Auswirkungen auf die 'reale Welt'.
<i>Kontrolle für fortgeschrittene Nutzer</i>	Erweiterte Kontrollmöglichkeiten zur Steigerung der Effizienz fortgeschrittener Nutzer; z. B. durch Shortcuts oder Makros.
Anpassung	
<i>Flexibilität</i>	Anbieten unterschiedlicher Möglichkeiten zur Ausführung ein und derselben Handlung/Aktion in der Anwendung.
<i>Personalisierung</i>	Bereitstellung von Anpassungsmöglichkeiten durch den Nutzer.
<i>Freundlichkeit</i>	Die Anwendung sollte höflich, freundlich und insgesamt angenehm auf den Nutzer wirken. Aggressive Nachrichten und plötzliche Unterbrechungen sind zu vermeiden.
Barrierefreiheit für Personen mit unterschiedlichen Fähigkeiten (insb. Einschränkungen)	
<i>Erkennbarkeit</i>	Bereitstellung des Inhalts entsprechend der Fähigkeiten und Einschränkungen der Nutzer.
<i>Bedienbarkeit</i>	Bereitstellung von Funktionalitäten entsprechend der Fähigkeiten und Einschränkungen der Nutzer.
<i>Einfachheit</i>	Verwendung eines einfach verständlichen Designs, ohne den Spaß an der Nutzung der Anwendung aus dem Blick zu verlieren.
<i>Nachsicht</i>	Erhöhte Fehlertoleranz, sodass keine katastrophalen oder irreversiblen Fehler entstehen können.

4.3 Dienstleistungsebene

GISMOR stellt einen ganzheitlichen Ansatz zur Entwicklung DiGA und Optimierung bestehender Medizinischer Assistenzsysteme bzw. DiGA in der Rehabilitation mit dem Ziel der Adhärenz- und Motivationssteigerung durch Gamification dar [199]. Mit Hilfe von GISMOR soll es demnach u. a. möglich sein effiziente DiGA zu implementieren, wie mHealth-Apps, Desktop- oder Browseranwendungen, mit oder ohne Kommunikationsverbindungen zu externen

Wissensquellen, wie Medizingeräten, AGTn oder der elektronischen Patientenakte [200]. Damit dies möglich ist, sind bereits bei der Konzeptionierung eines Medizinischen Assistenzsystems bzw. einer DiGA, eine Reihe rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die nachfolgend verdeutlicht werden.

4.3.1 Medizinische Assistenzsysteme als Medizinprodukte

Nach Art. 2 Nr. 1 VO (EU) 2017/745, EU-Medizinprodukteverordnung (Medical Device Regulation, MDR), ehemals § 3 Abs. 1 MPG, beschreibt ein Medizinprodukt *„ein Instrument, einen Apparat, ein Gerät [oder] eine Software [...], das dem Hersteller zufolge für Menschen bestimmt ist und allein oder in Kombination“* [201] mittels ihrer Funktionen zum Zwecke der *„Diagnose, Verhütung, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten“* [201] dient *„und dessen bestimmungsgemäße Hauptwirkung im oder am menschlichen Körper weder durch pharmakologische und immunologische Mittel noch metabolische erreicht wird, dessen Wirkungsweise aber durch solche Mittel unterstützt werden kann“* [201]. Somit ist jedes auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsystem, unabhängig von der Implementierungsart (App, Desktop- oder Browseranwendung), als Medizinprodukt anzusehen. Zweifellos liegt den Medizinischen Assistenzsystemen *Software* zugrunde. Diese wird eingesetzt, um *Menschen* im Rehabilitationsprozess zu unterstützen und somit die Auswirkungen der zugrundeliegenden Erkrankung nachhaltig zu lindern (*gesundheitsbezogene Zweckbestimmung*). Somit sind das Inverkehrbringen und die Nutzung des Medizinischen Assistenzsystems nach § 6 Abs. 1 MPG nur mit einer CE-Kennzeichnung zulässig. Folglich müssen die Medizinischen Assistenzsysteme den Sicherheits- und Leistungsanforderungen nach Anhang I MDR entsprechen bzw. detaillierte Angaben dazu enthalten, warum einzelne Anforderungen nicht vollständig eingehalten werden können [201]. Medizinprodukte müssen sich demnach, *„unter normalen Verwendungsbedingungen für ihre Zweckbestimmung eignen“* [201] und dabei sowohl sicher als auch wirksam sein, d. h. sie dürfen keine Gefährdung für den *„klinischen Zustand und die Sicherheit des Patienten noch die Sicherheit und die Gesundheit der Anwender oder ggf. Dritter“* [201] darstellen. Insgesamt ist ein angemessenes Nutzen-Risiko-Verhältnis nach aktuellem Stand der Technik umzusetzen, inkl. Einsatz, Dokumentation und Fortschreibung eines Risikomanagementsystems [201].

Nach Art. 51 MDR sind Medizinprodukte entsprechend ihrer Zweckbestimmung und Risiken in eine von vier Risikoklassen einzuordnen [201]. Die Klassifizierung erfolgt gemäß der in Anhang VIII MDR aufgeführten Regeln. Bei Software mit einer medizinischen Zweckbestimmung, gleich ob eigenständig oder nicht, findet die Regel 11 Anwendung. Demnach ist jegliche *„Software, die dazu bestimmt ist, Informationen zu liefern, die zu Entscheidungen für diagnostische oder therapeutische Zwecke herangezogen werden“* [201] mindestens der Klasse IIa zuzuordnen. Auch auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme dienen therapeutischen Zwecken, hier rehabilitativen Zwecken. Zur Einstufung in die Risikoklassen ist demnach zu untersuchen, ob der Einsatz der Software weder eine direkte oder indirekte irreversible Verschlechterung des Gesundheitszustands nach sich zieht noch zum Tod führt und damit nicht der Klasse III zuzuordnen ist. Hierbei ist auch zu prüfen, dass mit dem Einsatz einer Software keine

schwerwiegende Verschlechterung des Gesundheitszustands einhergeht [201]. Aufgrund der fehlenden Risikobetrachtung innerhalb der MDR in Bezug auf Software wird zur ‘endgültigen’ Klassifizierung die EU-Leitlinie „Guidance on Qualification and Classification of Software in Regulation (EU) 2017/745 – MDR and Regulation (EU) 2017/746 – IVDR“ (MDCG) hinzugezogen [202]. Diese definiert unter Berücksichtigung des Patientenstatus, der benötigten Intervention(en) und der Bedeutung einer durch Software vermittelten Information für die Diagnose und/oder Therapie eigene Risikokategorien, die auf die MDR Klassifikation abgebildet werden können [202], [203]. So handelt es sich bei chronischen Erkrankungen mit Rehabilitationsbedarf i. d. R. um ‘langsam’ bis ‘moderat’ fortschreitende Zustände, die zumeist nicht ‘lebensbedrohlich’ sind (*Patientenstatus*). Diesen liegen entweder ‘heilbare Erkrankungen’ oder wie im spezifischen Anwendungsbeispiel der Schulterläsionen ‘nicht heilbare, geringfügige chronische Erkrankungen oder Zustände’ zugrunde (*Intervention*). Geht man davon aus, dass auf Basis von GISMOR implementierte Medizinische Assistenzsysteme keine expliziten Funktionalitäten ‘zur Behandlung, Therapie oder Diagnostik’ bereitstellen, sondern dem Patienten vielmehr ‘Hilfe bei der Behandlung’ im Sinne des Selbstmanagements bieten, so sind diese i. d. R. als Medizinprodukt der Klasse IIa anzusehen. Jedoch ist eine Einzelprüfung gemäß der vorab beschriebenen Regularien erforderlich. Sollte ein auf GISMOR basierendes Medizinisches Assistenzsystem hingegen Funktionalitäten zur Behandlung und Therapie bereitstellen, bspw. Anweisungen zur Durchführung von Eigenübungen, die zur Behandlung von Schmerzen eingesetzt werden, ist eine etwaige Höherklassifizierung in die Risikoklassen IIb bzw. III zu prüfen.

Die Einstufung in die Risikoklasse IIa setzt die CE-Zertifizierung und eine klinische Prüfung nach Art. 61 MDR voraus, für die eine Genehmigung durch die zuständige Bundesbehörde, das BfArM, sowie die zuständige Ethikkommission erforderlich ist [204]. Darüber hinaus ist nach Art. 52 ff. MDR eine Konformitätsbewertung gemäß Anhang IX Kapitel I und III MDR sowie eine Bewertung der technischen Dokumentation unter Beteiligung einer Benannten Stelle durchzuführen [201]. Diese beinhaltet sowohl eine Bewertung des Qualitätsmanagementsystems als auch eine Überwachungsbewertung.

Werden auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme nicht als selbstständige Software eingesetzt, ein sogenanntes Software Medical Device, sind auch alle zusätzlich verwendeten Geräte entsprechend als Medizinprodukte zu klassifizieren und zu zertifizieren.

4.3.2 Medizinische Assistenzsysteme als Digitale Gesundheitsanwendungen

Mit Inkrafttreten des Digitale-Versorgung-Gesetzes (DVG) im Dezember 2019 und der damit verbundenen Änderungen des Fünften Buches Sozialgesetzbuch zur Regelung der gesetzlichen Krankenversicherung (SGB V, insb. §§ 33a und 139e) können nach Anhang VIII MDR klassifizierte Medizinprodukte der Risikoklassen I und IIa als DiGA eingestuft werden [205], [206]. Hierdurch soll es Ärzten und Psychotherapeuten u. a. möglich sein, Videosprechstunden anzubieten oder mHealth-Apps zu verschreiben (*App auf Rezept*), die durch die gesetzlichen Krankenkassen erstattet werden [16], [206]. Patienten sollen darüber hinaus die Option haben, im

„Verzeichnis für Digitale Gesundheitsanwendungen“ (DiGA-Verzeichnis, § 139e SGB V) gelistete DiGA bei entsprechender Indikation und vorliegender Genehmigung durch die Krankenkasse auch ohne ärztliche Verordnung zu erhalten [206].

Medizinprodukte müssen einige grundsätzliche Eigenschaften aufweisen, um rechtlich als DiGA angesehen werden zu können [14]. Nach § 33a SGB V beschreibt eine DiGA Medizinprodukte *„niedriger Risikoklassen, deren Hauptfunktion wesentlich auf digitalen Technologien beruht und die dazu bestimmt sind, bei den Versicherten oder in der Versorgung durch Leistungserbringer die Erkennung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten oder die Erkennung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen zu unterstützen“* [205]. Medizinprodukte, die der Primärprävention dienen oder lediglich von einem Arzt im Sinne der Praxisausstattung verwendet werden, sind keine DiGA [14]. Unter der Annahme, dass auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme, gleich ob Medical Software Devices oder Medizinprodukte in Kombination mit Hardware, einer niedrigen Risikoklasse (IIa) angehören, können diese auch als DiGA angesehen werden. Zweifellos handelt es sich um Medizinprodukte, die die Linderung einer Erkrankung unterstützen und nicht im Rahmen der Primärprävention eingesetzt werden. Die Hauptfunktion des *Selbstmanagements mit motivierender Unterstützung durch Gamification*, basiert dabei wesentlich auf digitalen Technologien.

DiGA sind nur dann erstattungsfähig, wenn sie im Fast-Track-Prüfungsverfahren vom BfArM ins DiGA-Verzeichnis aufgenommen wurden [14]. Die Rechtsgrundlage hierfür bildet die „Verordnung über das Verfahren und die Anforderungen zur Prüfung der Erstattungsfähigkeit digitaler Gesundheitsanwendungen in der gesetzlichen Krankenversicherung“ (Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung, DiGAV) [207]. Neben Anforderungen zum Datenschutz und zur Informationssicherheit muss eine DiGA eine Vielzahl weiterer Anforderungen an (1) Interoperabilität, (2) Robustheit, (3) Verbraucherschutz, (4) Nutzerfreundlichkeit, (5) Unterstützung von Leistungserbringern, (6) Qualität medizinischer Inhalte und (7) Patientensicherheit erfüllen [208]. Die Erfüllung einzelner Kriterien wird über eine Anforderungsscheckliste mit einfachen Ja-Nein-Aussagen erhoben [208]. Weiterhin ist ein Nachweis über positive Versorgungseffekte im Hinblick auf den medizinischen Nutzen und/oder patientenrelevante Struktur- und Verfahrensverbesserungen erforderlich. Hinsichtlich auf dem GISMOR-Ansatz basierender Medizinischer Assistenzsysteme könnten zum Nachweis des medizinischen Nutzens patientenrelevante Endpunkte, wie *Verbesserung des Gesundheitszustands, Verkürzung der Krankheitsdauer oder Verbesserung der Lebensqualität* in Frage kommen [15]. Jedoch steht beim GISMOR-Ansatz vielmehr die Unterstützung des Gesundheitshandelns der Patienten und somit die Verbesserung patientenrelevanter Strukturen im Vordergrund [15]. Gemäß § 8 Abs. 3 DiGAV sind damit insbesondere die Verbesserung der *Koordination des Rehabilitationsprozesses* sowie die Steigerung der *Gesundheitskompetenz und Adhärenz* der Patienten geeignete Kriterien zum Nachweis positiver Versorgungseffekte [207].

4.3.3 Datenschutzrechtliche Anforderungen an Digitale Gesundheitsanwendungen

Medizinische Assistenzsysteme, die personenbezogene Daten im Sinne des Art. 4 Abs. 1 der Europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) verarbeiten, unterliegen der DSGVO sowie dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG, insb. § 22). Soweit Gesundheitsdaten im Sinne des Art. 4 Abs. 15 DSGVO betroffen sind, d. h. *„personenbezogene Daten, die sich auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person, einschließlich der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen, beziehen und aus denen Informationen über deren Gesundheitszustand hervorgehen“* [209], sieht das Datenschutzrecht eine Verarbeitung nur unter engen gesetzlichen Schranken des Art. 9 DSGVO vor. Dementsprechend unterliegen auch auf GISMOR basierende DiGA diesen Vorgaben. So ist es zur adäquaten Unterstützung des Selbstmanagements und Motivation erforderlich Daten über den Gesundheitszustand zu erheben.

Die Erfordernisse zum Datenschutz und zur Datensicherheit nach DSGVO und BDSG werden bei DiGA durch weitere Vorgaben des DiGAV konkretisiert und ergänzt, die Voraussetzung für die Aufnahme ins DiGA-Verzeichnis sind [208]. Grundsätzlich ist nach Art. 5 Abs. 1 sowie Art. 6 Abs. 1 DSGVO die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten nur erlaubt, soweit dies auf einer gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage gestattet ist bzw. auf Basis einer Einwilligung der betroffenen [209]. Im Hinblick auf die Verarbeitung von Gesundheitsdaten bei der Nutzung von auf GISMOR basierenden DiGA dürften die in Betracht kommenden Tatbestände von Art. 9 Abs. 2 DSGVO nicht ausreichen. Somit benötigt man für die Datenverarbeitung eine freiwillige und informierte Einwilligung der Betroffenen – schriftlich oder elektronisch. Die Aufklärung der Betroffenen bedarf dabei besonderer Sorgfalt. Je größer die erhobene Datenmenge und je komplexer die zugrundeliegenden Prozesse zur Datenverarbeitung, desto zweifelhafter ist die Informiertheit der Betroffenen. §4 Abs. 2 DiGAV beschränkt diese *„bestehende Möglichkeit der Einholung einer Einwilligung für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten – und hier insbesondere Gesundheitsdaten – [...] auf bestimmte Zwecke“* [208]. So ist eine Verarbeitung von Gesundheitsdaten nur für den *„bestimmungsgemäßen Gebrauch der digitalen Gesundheitsanwendung durch den Nutzer“* [207] erlaubt. Dies trifft auf GISMOR zu. Jegliche Datenerhebung und -verarbeitung dient ausschließlich dem medizinischen Verwendungszweck, der Unterstützung des Selbstmanagements, und somit die Auswirkungen der zugrundeliegenden Erkrankung nachhaltig zu lindern. Insgesamt gelten hierbei die Vorgaben nach Art. 5 Abs. 1, Art. 11 und Art. 25 DSGVO bzgl. der Datensparsamkeit und Angemessenheit. Dementsprechend sind so wenig Daten wie nötig und diese soweit wie möglich nur anonym oder pseudonym zu verarbeiten. Weiterhin sind nach Art. 17-19 DSGVO personenbezogene Daten unverzüglich zu löschen, sobald sie für den ursprünglichen Verwendungszweck nicht mehr benötigt werden, es sei denn sie unterliegen gesetzlichen oder vertraglichen Archivierungspflichten, dann ist eine weitere Speicherung unter Sperrung zulässig.

Zur Beurteilung des Schutzbedarfs der verarbeiteten Daten, Anwendungen und Systeme ist eine Schutzbedarfsanalyse gemäß den Vorgaben des BSI-Standards 200-2 durchzuführen [208]. Auf GISMOR basierende DiGA erfüllen die hier angegebenen Kriterien für einen sehr hohen Schutzbedarf nicht. Weder handelt es sich *„um personenbezogene Daten, bei deren Verarbeitung eine Gefahr für Leib und Leben oder die persönliche Freiheit des Betroffenen*

gegeben ist“ [210], noch bestehen „*gravierende Beeinträchtigungen der persönlichen Unversehrtheit*“ [210]. Damit sind gemäß § 4 Abs. 6 DiGAV die Basisanforderungen zur Informationssicherheit zu erfüllen, d. h. Anforderungen zum Schutz der Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Daten, die jede DiGA erfüllen muss [208]. Diese lassen sich aus dem BSI-IT-Grundschutzkatalog ableiten und beinhalten u. a. technische und organisatorische Maßnahmen (TOM) zur Regelung folgender in Art. 32 Abs. 1 und Art. 25 Abs. 1 DSGVO geregelter Aspekte: (1) Pseudonymisierung und Verschlüsselung personenbezogener Daten, (2) Belastbarkeit der Systeme und Dienste, (3) Zutritts- und Zugangskontrolle, (4) Zugriffskontrolle, (5) Weitergabekontrolle, (6) Verfügbarkeitskontrolle, (7) Trennungsgebot [208], [209]. Hinzu kommen Themen, wie Risikomanagement sowie Nachweis- und Informationspflichten [207].

Sollte eine auf GISMOR basierende DiGA über ein Entscheidungsmodell zur Orchestrierung von Rehabilitationsleistungen verfügen, ist zu beachten, dass die ganz oder teilweise automatisierte Verarbeitung von personenbezogenen Daten gemäß Art. 22 Abs. 1 DSGVO einem Verbot mit Erlaubnisvorbehalt unterliegt. Demnach sind Entscheidungen verboten, die allein auf einer vollautomatisierten Datenverarbeitung basieren, ohne dass Personen am Bearbeitungsprozess beteiligt sind. Ein Entscheidungsmodell ist also nur dann mit Art. 22 Abs. 1 DSGVO vereinbar, wenn Behandlungsalternativen aufgezeigt werden, auf deren Basis der Betroffene eine eigene Entscheidung trifft, für die er hinreichende Spielräume hat und für die er inhaltlich voll verantwortlich ist. Nach Art. 4 Nr. 11 DSGVO ist auf die Absicht der automatisierten Datenverarbeitung und deren Risiken und Folgen bei Einwilligung hinzuweisen.

4.3.4 *Leistungsträger für die Rehabilitation*

Grundsätzlich ist die Erbringung von Rehabilitationsleistungen im deutschen Gesundheitssystem über das Neunte Buch Sozialgesetzbuch (SGB IX) „Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen“ geregelt [211]. Hinzu kommen Regelungen für einzelne Leistungsträger über die entsprechenden Sozialgesetzbücher [211]. Zu den Leistungsträgern zählen neben der gesetzlichen Rentenversicherung und den gesetzlichen Krankenkassen (GKV) auch die gesetzliche Unfallversicherung und die Bundesagentur für Arbeit sowie in besonderen Fällen Träger der öffentlichen Jugendhilfe, der Sozialhilfe und die Kriegsopferversorgung [28]. Welcher Träger für die Erbringung einer Leistung zuständig ist, ist abhängig von den Rehabilitationszielen, den Anspruchsberechtigungen und den zu erbringenden Leistungen [28]. Es ist zwischen vier verschiedenen Leistungsarten zu unterscheiden: (1) Leistungen zur medizinischen Rehabilitation, (2) Leistungen zur beruflichen Rehabilitation, (3) sonstige Leistungen zur Unterhaltssicherung und andere ergänzende Leistungen zur Teilhabe und (4) Leistungen zur Teilhabe am Leben in der Gemeinschaft [28]. Während die gesetzliche Rentenversicherung sowohl für medizinische, berufliche und sonstige Leistungen verantwortlich ist, sind die GKV ausschließlich für die medizinische Rehabilitation inkl. sonstiger Leistungen zuständig [28], [211].

Bei genauerer Reflexion der einzelnen in SGB IX aufgeführten Leistungen wird schnell klar, dass auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme weder unter Leistungen zur medizinischen und beruflichen Rehabilitation noch unter Leistungen zur Teilhabe am Leben abrechnungsfähig sind. So findet durch diese i. d. R. weder eine Behandlung durch Ärzte oder

andere Angehörige von Heilberufen statt, noch handelt es sich um ein Heil-¹⁷ oder Hilfsmittel¹⁸ im Sinne des Sozialrechts [28]. Obwohl die Formulierung ‘Hilfe zur Aktivierung von Selbsthilfepotentialen’ es vermuten lässt, sind die Dienste von GISMOR auch hierüber nicht abgedeckt. So sind unter Förderung der Selbsthilfe im Sinne des § 42 SGB IX vielmehr *„Selbsthilfegruppen, -organisationen und -kontaktstellen [zu verstehen], die sich die gesundheitliche Prävention oder die Rehabilitation chronisch kranker und behinderter Menschen zum Ziel gesetzt haben“* [28]. In Bezug auf unterhaltssichernde und sonstige Leistungen zur Rehabilitation ist eine eingehendere Analyse notwendig. Insbesondere der Aspekt ‘Nachgehende Leistungen zur Sicherung des Erfolgs der Leistungen zur Rehabilitation und Teilhabe’ erscheint vielversprechend [28]. Mit Blick in § 43 Abs. 1 Nr. 2 SGB V, und damit in die Leistungen der GKV, umfasst dies u. a. Patientenschulungsmaßnahmen für chronisch Kranke [28]. Diese sollen Patienten dabei unterstützen ein besseres Verständnis der eigenen Erkrankung zu erhalten, um damit die Selbstmanagementfähigkeiten zu stärken und somit schließlich die Krankheitsfolgen zu lindern [214]. Auch dies ist primäres Ziel von auf GISMOR basierenden Medizinischen Assistenzsystemen. Jedoch bieten diese i. d. R. kein vollumfängliches, qualifiziertes Gruppenschulungskonzept gemäß der gemeinsam von den Verbänden der Krankenkassen auf Bundesebene und der GKV-Spitzenverbände erstellten Leitlinien [214].

Damit wird eine Abrechnung von auf GISMOR basierenden Medizinischen Assistenzsystemen i. d. R. erst durch das Inkrafttreten des DVG möglich. Voraussetzung dafür ist, dass die Medizinischen Assistenzsysteme gemäß der Ausführung in Abschnitt 4.3.2 nicht nur als Medizinprodukte, sondern auch als DiGA übers BfArM zertifiziert wurden.

4.3.5 Normen und Standards zur Entwicklung von Software Medical Devices

Bei der Entwicklung von Gesundheitssoftware kommen verschiedene Normen und Standards zum Tragen. Neben den bereits genannten Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit, die sich direkt aus der MDR, der DSGVO und der DiGAV ergeben, sowie den hier erwähnten Qualitätsanforderungen an DiGA sollte Gesundheitssoftware eine Reihe weiterer Kriterien erfüllen. Bei Software Medical Devices gilt in erster Linie die europäische Norm „Medizingeräte-Software – Software-Lebenszyklus-Prozesse“ (International Electrotechnical Commission, IEC 62304), die sich mit der praktischen Umsetzung der Vorgaben der MDR zum Software-Lebenszyklus von Medizinprodukten (vgl. Anhang I MDR) befasst [215]. Der Software-Lebenszyklus wird in der Norm über fünf Teilprozesse definiert: (1) Entwicklungs-, (2) Konfigurationsmanagement-, (3) Wartungs-, (4) Risikomanagement- und (5) Problemlösungsprozess [215]. Der jeweilige Dokumentationsumfang der Hersteller in Bezug auf die zu erfüllenden Anforderungen richtet sich nach der Sicherheitsklasse, in die ein Softwareprodukt fällt [216].

¹⁷ „Heilmittel sind persönlich zu erbringende medizinische Leistungen. Heilmittel sind die einzelnen Maßnahmen der Physikalischen Therapie, [...] der Podologischen Therapie, [...] der Stimm-, Sprech- und Sprachtherapie, [...] der Ergotherapie, [und] die Ernährungstherapie.“ [212]

¹⁸ „Hilfsmittel [sind] alle Gegenstände, die anstelle eines ganz oder teilweise nicht mehr funktionfähigen Körperteiles treten und dessen Funktion möglichst weitgehend übernehmen [...], u. a. Sehhilfen [...], Hörhilfen [...], Körperersatzstücke und orthopädische Hilfen, [...] Blindenführhunde [...]“ [213]

Auch wenn ein Softwarefehler einer ausführlichen Risikoanalyse zufolge weder zum Tode (Sicherheitsklasse C) noch schweren Verletzungen oder anderen Schädigungen des Körpers (Sicherheitsklasse B) führt, ist eine Einordnung in die Sicherheitsklasse A bei Software Medical Devices faktisch nicht möglich [216]. *„Dokumentiert ein Hersteller nur gemäß Sicherheitsklasse A konform IEC 62304:2006, kann man nicht davon ausgehen, dass die allgemeinen Sicherheits- und Leistungsanforderungen sowie die Anforderungen an die technische Dokumentation der MDR erfüllt sind“* [216]. Aufgrund der geringfügigen Unterschiede im Hinblick auf den Dokumentationsaufwand der Sicherheitsklassen B und C, wird daher die Empfehlung ausgesprochen jegliche Software gemäß Sicherheitsklasse C konform IEC 62304 zu entwickeln, um nachträgliche Aufwände zu vermeiden [216]. Ferner bietet diese Vorgehensweise die Möglichkeit zur Ausweitung der Einführung über die Grenzen des europäischen Markts hinaus in den US-Markt. So entsprechen die Vorgaben der Sicherheitsklasse C in großen Teilen der Food and Drug Administration (FDA) konformen Dokumentation [216].

Wie bereits erwähnt umfasst die IEC 62304 sowohl Vorgaben zur Entwicklung, Wartung und Problemlösung als auch Anforderungen zum Qualitäts-, Konfigurations- und Risikomanagement [215]. Ein konkretes Vorgehensmodell zur Softwareentwicklung, wie das V-Modell oder Scrum, wird zwar nicht vorgegeben, jedoch gibt es Regularien zur präzisen und vollständigen Spezifikation und Dokumentation von Software-Anforderungen sowie zur Beschreibung der Softwarearchitektur [215]. Darüber hinaus sind im Rahmen der Implementierung und Verifizierung umfassende Code Reviews sowie vollständige und reproduzierbare Systemtests erforderlich, d. h. Unit-, Integrations-, Regressions- und Software-Systemtests [215]. Bei der Software-Validierung gemäß MDR ist darüber hinaus darauf zu achten, dass hier nicht nur der klassische Nachweis zur Erreichung der Zweckbestimmung gemeint ist (Nutzungsziele), sondern im Sinne der FDA vielmehr eine Maßnahme zur Qualitätssicherung [217].

Ergänzt wird die IEC 62304 durch die Norm „Gesundheitssoftware – Allgemeine Anforderungen an die Produktsicherheit“ (IEC 82304-1). Diese definiert Anforderungen an jegliche eigenständige Software, die im Bereich Medizin und Gesundheit eingesetzt werden soll, wie bspw. mHealth-Apps, die nicht als Medizinprodukte klassifiziert sind. Auch wenn die IEC 82304-1 nicht verpflichtend ist, stellt sie doch eine Vielzahl von übergeordneten Forderungen auf, die dazu beitragen qualitativ hochwertige und sichere Softwareprodukte zu entwickeln, die dem Stand der Technik entsprechen. Die Anforderungen reichen von ‘einfachen’ Produktanforderungen, wie Design-, Nutzungs-, System- und Updateanforderungen, über Anforderungen zum Lebenszyklus bis hin zu Anforderungen an Begleitdokumente und Phasen nach Inbetriebnahme eines Produkts (z. B. Fehlerbehebungen, Re-Validierung). In Bezug auf den Lebenszyklus und die Validierung erfolgt ein einfaches Referenzieren auf die IEC 62304. [218]

Zur Spezifikation und Prüfung von Systemanforderungen im Sinne von Software-Qualitätskriterien, wie Funktionalität, Zuverlässigkeit, Übertragbarkeit und Kompatibilität, ist ergänzend die Norm „Software-Engineering – Qualitätskriterien und Bewertung von Softwareprodukten“ (ISO/IEC 25010) einzusetzen [219]. Zur Erfüllung der Forderungen der MDR an die Usability eines Software Medical Devices bietet es sich hingegen an, die Vorgaben der „Medizinprodukte – Anwendung der Gebrauchstauglichkeit auf Medizinprodukte“ Norm

(IEC 62366) einzuhalten. Diese definiert Prozesse zur Dokumentation des Nutzungskontexts sowie zur Spezifikation und Verifikation der Usability. Das Ziel der Erfüllung der Anforderungen an die Benutzer-Produkt-Schnittstelle hinsichtlich der „*Effektivität, Effizienz, Lernförderlichkeit und Zufriedenstellung des Benutzers*“ [220] liegt schließlich in einer Reduzierung der Risiken durch fehlende Usability und damit ‘falsche’ Anwendung des Produkts. Damit ist die Umsetzung eng verbunden mit dem Risikomanagement und der adäquaten Erfüllung der Nutzeranforderungen. [220]

4.3.6 Diskussion der Dienstleistungsebene

Die vorangehenden Analysen zeigen die Notwendigkeit zur CE-Zertifizierung als Medizinprodukt (mindestens) der Risikoklasse IIa, unabhängig davon, ob ein Medizinisches Assistenzsystem als eigenständige Software implementiert wird oder nicht. Diese Einstufung setzt eine Konformitätsbewertung sowie eine klinische Prüfung unter Genehmigung des BfArM sowie der zuständigen Ethikkommission voraus. Werden die Medizinischen Assistenzsysteme nicht als Software Medical Devices eingesetzt, sind außerdem alle zusätzlich verwendeten Geräte als Medizinprodukte zu klassifizieren und zu zertifizieren.

Die Möglichkeit einer Höherklassifizierung in die Risikoklassen IIb und III wurde an dieser Stelle nicht berücksichtigt. So wurde davon ausgegangen, dass auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme lediglich der Unterstützung des Selbstmanagements in Verbindung mit einer Motivations- und Adhärenzsteigerung durch Gamification dienen. Es ist jedoch durchaus denkbar, dass GISMOR auch zur Entwicklung oder Optimierung Medizinischer Assistenzsysteme eingesetzt wird, die Funktionalitäten zur Behandlung, Therapie und Diagnostik bereitstellen und damit ggf. einer höheren Risikoklasse angehören. Auch wenn auf die Folgen einer Höherklassifizierung nicht explizit eingegangen wurde, so können die durchgeführten Analysen und Hinweise auf Gesetzgebungen, Regularien, Standards und Normen dennoch hierfür verwendet werden. Folglich bietet GISMOR auf der Dienstleistungsebene auch für die Entwicklung von Medizinprodukten einer höheren Risikoklasse eine geeignete Ausgangsbasis.

In Bezug auf die Abrechnungsfähigkeit wird klar, dass die bestehenden Modelle zur Erbringung von Rehabilitationsleistungen – Rehabilitationsträger als Leistungsträger für Rehabilitation – i. d. R. nicht greifen. Erst das DVG ermöglicht es, auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme zu verordnen und durch die GKV erstatten zu lassen. Voraussetzung sind die Einstufung als DiGA sowie die Aufnahme ins DiGA-Verzeichnis. Letzteres erfordert eine Prüfung durch das BfArM. Neben dem Nachweis zur Erfüllung einer Vielzahl von Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen ist zum Nachweis positiver Versorgungseffekte mit Blick auf das Gesundheitshandeln der Patienten – Steigerung der Adhärenz und der Gesundheitskompetenz sowie selbständigen Koordination des Versorgungsprozesses – eine klinische Prüfung erforderlich. Diese Überlegungen zur Abrechnungsfähigkeit basieren wiederum auf der Grundannahme, dass auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme dem Selbstmanagement dienen und somit einer geringen Risikoklasse angehören. In der rehabilitativen Versorgung, insbesondere im Bereich nachgelagerter Rehabilitationsleistungen, wäre es jedoch auch denkbar Funktionalitäten zur Behandlung, Therapie und Diagnostik bereitzustellen. Weiterhin

könnten Ärzte und Angehörige von Heilberufen mit in die Verwendung eines Medizinischen Assistenzsystems eingebunden werden, indem bspw. Therapeuten mit der Anwendung direkt bei der Behandlung assistieren. Somit wäre unter Berücksichtigung gesonderter gesetzlicher Rahmenbedingungen durchaus eine Abrechnung über die gesetzlichen Rentenversicherungen möglich. Im Zuge dessen ist auch über weitere bisher unberücksichtigt gebliebene Abrechnungsmöglichkeiten nachzudenken. Dazu zählt nicht nur die Abrechnungsfähigkeit über die privaten Krankenversicherungen, sondern auch über Privatpersonen in Form von Zuzahlungen und Eigenleistungen der Versicherten. So könnten auf GISMOR basierende Medizinische Assistenzsysteme, die als MPG zertifiziert sind, auch als nicht-abrechnungsfähige Zusatzleistungen angeboten werden, die vom Patienten zur Unterstützung der Rehabilitation selbst angeschafft oder auch für einen festen Zeitraum ‘gemietet’ werden können. Voraussetzung hierfür sind entsprechende Geschäfts- und Finanzierungsmodelle, welche jedoch weit über die Möglichkeiten dieser Arbeit hinausgehen. Der Fokus lag daher zunächst auf einer Abwägung der bestehenden Abrechnungsmöglichkeiten über die üblichen Leistungsträger von Rehabilitation, mit dem Ziel konkrete Ansätze zum Einsatz einer DiGA in der Praxis aufzuzeigen.

Während des gesamten Software-Lebenszyklus, von der Entwicklung über die Validierung und Verifizierung bis hin zur Inbetriebnahme und nachgelagerter Phasen, sind die Vorgaben des MDR und der DiGAV einzuhalten. Entsprechende Normen und Standards, wie die IEC 62304, die IEC 82304-1 und die ISO/IEC 25010, dienen dabei der praktischen Umsetzung der angegebenen Forderungen hinsichtlich des Datenschutzes und der Datensicherheit, des Risikomanagements und des Qualitätsmanagements. Die Anforderungen reichen von einfachen Produktanforderungen über Anforderungen zum Lebenszyklus bis hin zu Anforderungen an Begleitdokumente und Phasen nach Inbetriebnahme eines Produkts. Hinzu kommen die Erfordernisse zu Datenschutz und -sicherheit nach DSGVO und BDSG, die die Vorgaben des DiGAV konkretisieren und ergänzen. Grundsätzlich sind gemäß DiGAV die Basisanforderungen zur Informationssicherheit zu erfüllen, die sich u. a. aus den TOMs des BSI-IT-Grundschutzkatalogs ableiten lassen. Generell ist für die Datenverarbeitung bei auf GISMOR basierenden DiGA eine freiwillige Einwilligung der Betroffenen erforderlich.

4.4 Patientenebene

Es existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Gesundheits- und Motivationstheorien, die sich mit der Analyse und Beschreibung von Verhalten sowie der Förderung von Verhaltensänderungen befassen. Auch in der Fachliteratur lassen sich immer mehr Arbeiten zu Therapieadhärenz und Patientenmotivation finden, die verschiedene Indikationen und somit Versorgungsprozesse fokussieren, wie z. B. die Behandlung von chronischen Schmerzen, Parkinson, Herzinsuffizienz oder Arthritis [38]. Aufbauend auf diesen Arbeiten sind Adhärenzfaktoren, die in Rehabilitationsprozessen eine Rolle spielen, zu sammeln, zu analysieren, zu kategorisieren und deren Zusammenhänge zu beschreiben. Durch eine geeignete Formalisierung ist ein Referenzmodell zur Repräsentation von Adhärenz- und Motivationsfaktoren sowie ihrer Wechselwirkungen (*Relationen*) in der Rehabilitation, unabhängig von der zugrundeliegenden Erkrankung, zu erstellen.

Ziel ist es, dieses allgemeingültige Referenzmodell als Wissensbasis für den Dienst *Motivationssteigerung durch Gamification* zu nutzen.

4.4.1 Ermittlung und Analyse von Adhärenz- und Motivationsfaktoren

Die Wissensextraktion zur Generierung der Adhärenz- und Motivationswissensbasis erfolgt mittels manueller Datenextraktion aus verschiedenen Quellen, sowohl Kernliteratur, wissenschaftlichen Publikationen als auch Modellen und Theorien der Gesundheits- und Motivationsforschung (*non-ontology knowledge*). Aufgrund der bereits erwähnten Variabilität und niedrigen Evidenz der Effekte einzelner Faktoren auf die Adhärenz und Motivation von Patienten, findet zunächst eine reine Sammlung möglicher Faktoren statt, ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Effekte. Ergänzend wird zur Wissensbildung bestehendes Ontologiewissen aus Domänenontologien erhoben und wiederverwendet (*ontology knowledge*).

4.4.1.1 Adhärenzfaktoren in der Kernliteratur

Rehabilitationsforschung mit Blick auf Therapieadhärenz wird erst seit wenigen Jahren vorangetrieben. Es handelt sich um ein relativ neues Forschungsgebiet, auf dem bisher nur wenige konkrete Arbeiten existieren [221]. Insbesondere die Ermittlung von Zusammenhängen bzw. Wechselwirkungen zwischen einzelnen Adhärenzfaktoren birgt eine Vielzahl von Herausforderungen. Bisher wurden nur wenig systematische Untersuchungen hierzu durchgeführt [221], [222]. Die zwei vielversprechendsten Arbeiten sind nachfolgend aufgeführt.

Adherence to Long-term Therapies: Evidence for Action, WHO 2003 [223]

Die wohl bekannteste und umfangreichste Arbeit auf dem Gebiet der Adhärenzforschung bei Langzeitherapien stammt aus dem 2001 begründeten Projekt „Adherence to Long-term Therapies“ der WHO [223]. Ziel des zugehörigen Berichts „Adherence to Long-term Therapies: Evidence for actions“ aus dem Jahr 2003 ist es, ein kritisches Review zur Verfügung zu stellen, das das Wissen über Adhärenz in Langzeittherapien reflektiert. Dieses beinhaltet sowohl eine Sammlung unterschiedlicher Adhärenzfaktoren als auch eine Liste möglicher Interventionen für einzelne Indikationen, Patienten und Settings zur Steigerung der Adhärenz. Über einzelne Reviews wurden indikationsspezifische Adhärenzfaktoren ermittelt und den fünf Adhärenzdimensionen *patientenbezogene*, *sozioökonomische*, *therapiebezogene*, *gesundheitszustandsbezogene* und *gesundheitssystembezogene Faktoren* zugeordnet. Neben Asthma, Krebs, Depression und Diabetes umfasst der Bericht auch Reviews zu Epilepsie, HIV/AIDS, Hypertension, Tuberkulose und Tabakentwöhnung [224]. Insgesamt konnte die WHO 173 unterschiedliche Adhärenzfaktoren über acht Indikationen ermitteln (Tabelle 4-3). Häufig genannte und somit gut zu verallgemeinernde Faktoren, die sich negativ auf die Adhärenz auswirken, sind: Komplexe Behandlungen (n=8), Nebenwirkungen (n=7), schlechte Arzt-Patienten-Beziehung (n=7), hohe Frequenz der Verabreichung/Behandlung (n=6), psychische Komorbidität, insbesondere Depression (n=6), fehlende soziale Unterstützung und familiäre Probleme (n=5), Vergesslichkeit der Patienten (n=4), Armut/niedriges Einkommen und Arbeitslosigkeit (n=4), schlechtes Verständnis der Krankheit und Symptome (n=4), hohe Kosten für Medikamente/Therapien (n=4) sowie große Entfernung zum Behandlungsort und fehlende Transportmittel (n=3).

Tabelle 4-3: Anzahl der Adhärenzfaktoren nach Indikation und Dimension gemäß WHO (SC=Single Count) [224]

Dimension Indikation	Patient	Sozioökon.	Therapie	Gesundheit	System	
<i>Asthma</i>	8	11	4	1	3	
<i>Krebs</i>	10	1	11	2	7	
<i>Depression</i>	1	0	4	4	2	
<i>Diabetes</i>	4	9	4	2	1	
<i>Epilepsie</i>	15	13	4	4	6	
<i>HIV/AIDS</i>	8	5	10	2	4	
<i>Hypertension</i>	6	5	7	1	5	
<i>Tuberkulose</i>	6	8	3	5	6	
<i>Tabakent.</i>	4	3	2	8	5	
Summe (SC)	51	41	28	23	30	173

Patient Adherence in Rehabilitation, Zinn 2006 [221]

Die Arbeit von Zinn beschäftigt sich, als eine der Ersten in ihrem Fachgebiet, mit dem Themenfeld ‘Adhärenz in Rehabilitationsprozessen’. In ihren Analysen fokussiert Zinn die Rehabilitation muskuloskelettaler Einschränkungen, die sowohl durch orthopädische als auch neurologische Erkrankungen hervorgerufen sein können. Dabei bezieht sie sich ausschließlich auf rehabilitative Maßnahmen, die zur Wiedererlangung physischer Funktionalitäten von Physio-, Ergo- oder Sprachtherapeuten durchgeführt werden. Sie nimmt eine grobe Einteilung des Rehabilitationsprozesses in die *akute* und *chronische Phase* vor und betrachtet jeweils separat mögliche Adhärenzfaktoren. In der *akuten Phase* stuft sie kognitive und psychische Einschränkungen, die als Folge der operativen Behandlung oder einer zugrundeliegenden neurologischen Erkrankung entstanden sind, als besonders relevant ein. Hierzu zählen neben affektiven Störungen, wie Depressionen, auch Sprachdefizite, Verwirrtheit und Anosognosia. Diese Adhärenzfaktoren tragen dazu bei, dass therapeutische Maßnahmen von einem Patienten entweder als nicht relevant eingestuft werden oder aber aufgrund der vorliegenden Defizite nicht oder nicht korrekt ausgeführt werden können. Da diese Barrieren zumeist nicht vom Patienten allein überwunden werden können, ist die aktive Beteiligung eines Arztes oder Therapeuten in der akuten Phase besonders wichtig. Auch ein frühzeitiger Antritt der rehabilitativen Maßnahmen wirkt sich positiv auf die Adhärenz aus. Hinzu kommen übergeordnete Einflussfaktoren, die auch für die chronische Phase von Relevanz sind. Hierzu zählen neben psychologischen Faktoren, wie Selbstwirksamkeit, Selbstwertgefühl, Motivation und Bedrohungseinschätzung, auch sozio-ökonomische Faktoren, wie die soziale Unterstützung durch Familie und Freunde. Dabei ist auch die Art der Unterstützung von Relevanz – psychologisch, emotional oder informierend. Ebenso wie die WHO zählt Zinn auch demographische Faktoren auf, wie Alter, Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit. Sie weist jedoch darauf hin, dass das Alter nicht unbedingt selbst ein Adhärenzfaktor ist, sondern vielmehr diejenigen Aspekte, die mit dem Alter einer Person einhergehen. So steigt mit höherem Alter die Wahrscheinlichkeit für Komorbiditäten und kognitive Defizite, welche wiederum direkt die Adhärenz beeinflussen. Damit wird klar, dass in der Adhärenzforschung nicht nur einzelne Einflussfaktoren zu ermitteln sind, sondern für ein Gesamtverständnis auch deren Abhängigkeiten und Wechselwirkungen eine elementare Rolle

spielen. Insgesamt konnte Zinn 59 unterschiedliche Einflussfaktoren und 33 Relationen identifizieren, die charakteristisch für die Adhärenz in Rehabilitationsprozessen sind. [221]

4.4.1.2 Adhärenzfaktoren in wissenschaftlichen Publikationen

Zur Ermittlung geeigneter Literaturquellen findet zunächst eine einfache PubMed-Suche statt. Ziel ist es, Reviews zu identifizieren, die sich mit der Erhebung und/oder Analyse von Adhärenz- und Motivationsfaktoren in Rehabilitationsprozessen beschäftigen. Die Suche wurde am 29.06.2020 unter Verwendung des folgenden Suchterms durchgeführt: *(Reha[Title/Abstract] OR Rehabilitation[Title/Abstract]) AND (Adherence[Title/Abstract] OR Motivation[Title/Abstract]) AND (Review[Title])*. Eine zusätzliche Einschränkung erfolgte unter Verwendung des PubMed-Interfaces über den Publikationstyp – Scoping Review, Systematisches Review und Meta-Analyse. Insgesamt ergab die Suche 199 Treffer. Nach einer Titel- und Abstractsichtung durch zwei unabhängige Reviewer wurden 12 Reviews in das Volltextscreening eingeschlossen. Die Analyse der Volltexte erfolgte mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse. Ausgangsbasis sind fünf induktiv gebildete Kategorien: (1) Indikation/Population, (2) Anwendungsbereich, (3) Rehabilitationsphase, (4) Adhärenzfaktoren, (5) Relationen. Die Kategorie (4) setzt sich aus fünf Sub-Kategorien entsprechend der Adhärenzdimensionen der WHO zusammen. Phrasen, die Beschreibungen von Adhärenzfaktoren enthalten, werden den Kategorien, soweit wie möglich, zugeordnet und tabellarisch dokumentiert. Identifizierte Relationen werden zunächst in Form einfacher textueller Beschreibung, ebenfalls, tabellarisch erfasst. Zum Abschluss der Analysen findet eine Reduktion der Ergebnisse statt, indem eindeutig als redundant zu erkennende Faktoren und Relationen aus der Ergebnismenge entfernt werden.

Indikation/Population, Anwendungsbereich und Rehabilitationsphase

Die Mehrheit der identifizierten Arbeiten beschäftigt sich mit der Adhärenzanalyse im Kontext kardiovaskulärer Erkrankungen (n=6), insbesondere bei einem akuten Herzinfarkt [225]-[230]. Die ermittelten Adhärenzfaktoren spielen sowohl für die ambulante als auch stationäre Durchführung kardiologischer Rehabilitationsprogramme eine Rolle. Bei diesen handelt es sich um multidisziplinäre Behandlungskonzepte, die eine Vielzahl unterschiedlicher therapeutischer Maßnahmen enthalten, wie Physiotherapie, Ergotherapie, Hydrotherapie und medikamentöse Behandlung. Zwei weitere Arbeiten konzentrieren sich auf die Themen Adhärenz und Compliance bei neurodegenerativen Erkrankungen, hier im speziellen Alzheimer [231] und Schlaganfall [232]. In der Rehabilitation von Patienten mit einem Schlaganfall wird der Fokus auf die stationär durchgeführte physische Rehabilitation gelegt, bei Patienten mit Alzheimer auf die kognitive Rehabilitation, stationär oder ambulant. Eine einzelne Arbeit beschäftigt sich mit der Identifikation von Adhärenzfaktoren in der ambulanten Versorgung von Krebserkrankungen, z. B. Brustkrebs, Prostatakrebs oder Lymphomen [233]. Die Untersuchungen adressieren dabei die Adhärenz zu körperlichen Betätigungen, wie therapeutische Übungen, Schwimmen, Radfahren oder Spaziergehen. Die übrigen drei Arbeiten weisen keine spezifische Zielgruppe auf. So beschäftigt sich die Arbeit von Broadbent et al. [234] ganz im Allgemeinen mit Erkrankungen, die zu chronischen Schmerzen führen, ohne diese näher zu spezifizieren oder Beispiele

zu nennen. Hall et al. [235] und Essery et al. [236] betrachten u. a. kardiologische Erkrankungen, Schlaganfälle und MSKE. Essery et al. [236] weist dabei auf die Generalisierbarkeit der Ergebnisse im Hinblick auf einzelne Einflussfaktoren hin und bietet damit eine umfangreiche Übersicht über potentielle Adhärenzfaktoren in Rehabilitationsprozessen.

Adhärenzfaktoren und Relationen

Insgesamt resultierte die Reviewanalyse in 205 unterschiedlichen Adhärenzfaktoren. Wie in Tabelle 4-4 ersichtlich ist, liegt der Fokus zumeist auf der Ermittlung und Analyse patientenbezogener Einflussfaktoren. Faktoren, die sich auf das Gesundheitssystem bzw. den Gesundheitsversorger beziehen, werden nur am Rande betrachtet, wobei die Empfehlungen eines Arztes bzw. Therapeuten (n=3) und die Überweisung durch einen Arzt (n=4) wiederholt genannte Aspekte sind. Zu den häufigsten sozioökonomischen Einflussfaktoren zählen die soziale Unterstützung durch Familie und Freunde (n=8), der Zugang zur Therapie, d. h. Distanz, Standort und Erreichbarkeit der Behandlung (n=7), und der Beschäftigungsstatus (n=5). So konnte bspw. in mehreren Studien festgestellt werden, dass die Teilnahme an kardiologischen Rehabilitationsprogrammen bei Patienten mit akutem Herzinfarkt geringer ist, wenn das behandelnde Rehabilitationszentrum weit vom Wohnort entfernt ist (*Erreichbarkeit*) [226]. In Bezug auf den (allgemeinen) Gesundheitszustand einer Person lassen sich Faktoren, wie Depression (n=7), Rauchen (n=6), Body-Maß-Index (n=4) sowie körperliche Aktivität und Fitness (n=4), als Einflüsse auf die Adhärenz identifizieren. Dabei ist festzuhalten, dass Personen mit grundsätzlich ‘guter’ physischer, mentaler und emotionaler Gesundheit eher adhären sind als Patienten, die Komorbiditäten aufweisen oder sich ‘zu krank für die Teilnahme an einer Behandlung fühlen’, gleich ob physisch oder emotional [226]. Neben Alter (n=6) und Geschlecht (n=6) zählen Ängstlichkeit und Furcht (n=7) sowie Selbstwirksamkeit (n=6) und Motivation (n=5) zu den meist genannten patientenbezogenen Adhärenzfaktoren. Auch wenn die Stärke der Einflüsse auf die Adhärenz dieser Faktoren nur schwer ermittelbar ist und sich je nach Patient unterscheidet, so lässt sich insgesamt dennoch festhalten, dass die soziale Unterstützung durch Familie und/oder Freunde, die Intention zur Durchführung therapeutischer Maßnahmen, die intrinsische Motivation und die bisherige Adhärenz (Historie) zu den stärksten Prädiktoren zählen. Hinzu kommt die Selbstwirksamkeit, d. h. die Überzeugung einer Person, „*das erforderliche Verhalten auch tatsächlich ausführen zu können*“ [237]. Sie wird in vielen Studien als stärkster Prädiktor eingestuft. Ihr Effekt auf die Intention zum Handeln sowie das Handeln selbst lässt sich durch theoretische Verhaltensanalysen erklären (Unterabschnitt 4.4.1.3). Relationen, das heißt Abhängigkeitsbeziehungen und Zusammenhänge zwischen einzelnen Adhärenzfaktoren, werden insgesamt eher selten analysiert. Viele der 103 ermittelten Relationen beruhen auf generellen Aussagen oder Annahmen ohne evidenzbasierte Belege.

Evidenz zu den identifizierten Einflussfaktoren liegt kaum vor. So sind positive bzw. negative Effekte auf die Adhärenz, Partizipation oder Motivation nur selten belegt. Bspw. konnten in unterschiedlichen Studien zum patientenbezogenen Faktor Alter bei der Indikation Parkinson positive Effekte auf die Adhärenz nachgewiesen werden, bei der Indikation chronische Schmerzen hingegen nicht [38]. Das heißt aber nicht, dass es keine Zusammenhänge zwischen dem Alter und der Adhärenz bei Patienten mit chronischen Schmerzen gibt. Weiterhin ist bei einem

Großteil der patientenbezogenen und sozioökonomischen Faktoren zu beachten, dass es sich um subjektive Einschätzungen einer Person handelt, die von einer Vielzahl von patientenindividuellen Faktoren abhängig sind. So ist bspw. der Schweregrad von Symptomen anhand festgelegter Kriterien objektiv bestimmbar (z. B. leicht, mittel, schwer), jedoch hängt dieser auch von der individuellen Wahrnehmung und den Empfindungen einer Person ab. Ähnlich verhält es sich mit der Einschätzung von Kosten für die Therapie oder auch der Entfernung zum Behandlungsort. Je nach Einkommen, beruflicher Situation und vorhandener Einschränkungen der Mobilität (z. B. kein Führerschein, funktionelle Einschränkungen) kann sich die persönliche Einschätzung und damit Unterscheidung von hohen und niedrigen Kosten bzw. geringer und hoher Entfernung zum Behandlungsort je nach Person deutlich unterscheiden. Was für den Einen ein Problem darstellt, ist für den Anderen gerade noch akzeptabel. So ist es nicht verwunderlich, dass sich ermittelte Effekte teilweise widersprechen, auch bei Untersuchung derselben Indikation und Rehabilitationsphase. Als mögliche Ursachen hierfür, wie für die fehlende Evidenz im Allgemeinen, gibt Essery et al. [236] verschiedenste Gründe an: (a) wenig Studien zur Analyse mehrerer Adhärenzfaktoren, (b) methodische Defizite der Untersuchungen, (c) Unterschiede in der Definition einzelner Konzepte und (d) widersprüchliche Ergebnisse.

Tabelle 4-4: Anzahl an Adhärenzfaktoren in wissenschaftlichen Publikationen (SC=Single Count)

Dimension	Patient	Sozioökon.	Therapie	Gesundheit	System
Literaturquelle					
<i>Ormelt</i> [233]	11	8	4	10	1
<i>Resurrection 1</i> [225]	5	5	4	4	4
<i>Resurrection 2</i> [229]	8	13	1	8	5
<i>Essery</i> [236]	17	1	6	1	3
<i>Ruano-Ravina</i> [226]	7	9	1	8	3
<i>Choi</i> [231]	8	1	2	6	1
<i>Daly</i> [227]	12	10	0	7	7
<i>Hall</i> [235]	4	0	0	2	1
<i>Petter</i> [228]	14	8	4	6	1
<i>Luker</i> [232]	9	3	10	0	0
<i>Broadbent</i> [234]	14	0	0	2	0
<i>Taylor</i> [230]	11	5	0	8	1
Summe (SC)	75	39	32	39	20
					205

Nach Essery et al. [236] sind viele der identifizierten Einflussfaktoren auch auf andere Indikationen bzw. die Rehabilitation ganz im Allgemeinen übertragbar (*Generalisierung*). Dies betrifft insbesondere Faktoren, die bei unterschiedlichen Indikationen und Rehabilitationsprozessen unabhängig voneinander identifiziert werden konnten, wie bspw. die Intention, intrinsische Motivation, Selbstwirksamkeit, bisherige Adhärenz und soziale Unterstützung.

4.4.1.3 Theorien und Modelle des Gesundheitsverhaltens

Patientenbezogene Einflussfaktoren auf die Adhärenz lassen sich durch Theorien und Modelle des Gesundheitsverhaltens näher beschreiben. Das Gesundheitsverhalten meint dabei „*jegliches Verhalten, das die Gesundheit fördert und langfristig erhält, Schäden und Einschränkungen fernhält und die Lebenserwartung verlängert*“ [238]. Grundsätzlich dienen diese Modelle dazu das Gesundheitsverhalten von Personen zu verstehen, zu erklären und vorherzusagen, indem

sie Einflussgrößen und Wirksamkeitsmechanismen untersuchen [238], [239]. Sie lassen sich direkt auf die Therapieadhärenz in Rehabilitationsprozessen übertragen. So sind Patienten nicht nur in verschiedenste therapeutische und medizinische Maßnahmen involviert, sondern müssen diese auch managen, also organisatorische und bürokratische Handlungen ausführen, um den Gesundheitszustand zu verbessern bzw. möglichen Verschlechterungen entgegenzuwirken [239]. Somit lassen sich mit Hilfe der Gesundheitsverhaltensmodelle nicht nur weitere patientenbezogene Einflussfaktoren sammeln, sondern auch deren Beziehungen untereinander beschreiben, um ein möglichst umfangreiches Gesamtbild der Domäne zu erhalten.

In der Gesundheitsverhaltensforschung wird zwischen zwei Arten von Gesundheitsverhaltensmodellen unterschieden, den linearen Modellen, auch kontinuierliche Prädiktionsmodelle genannt, und den (dynamischen) Stadienmodellen. Lineare Modelle zielen darauf ab, einzelne Faktoren, sogenannte Prädiktoren, zu ermitteln, aus denen sich ableiten lässt, ob eine Person gewillt ist, ihr Verhalten zu ändern oder nicht (*motivationale Modelle*). Dabei wird davon ausgegangen, dass positive Verhaltensänderungen umso wahrscheinlicher sind, je mehr Einflussfaktoren vorliegen. Die konkreten Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Verhaltensänderungen in Abhängigkeit der Einflussfaktoren werden über Regressionsgleichungen bestimmt, die in dieser Arbeit jedoch unberücksichtigt bleiben. Modelle, die sich nicht nur mit einzelnen Faktoren beschäftigen, sondern mit den Prozessen der Verhaltensänderung, d. h. der Erklärung wie es von der Absicht (*Intention*) zur tatsächlichen Verhaltensänderung kommt, werden als *volitionale Modelle* bezeichnet. Stadienmodelle gehen von vornherein davon aus, dass Personen bei der Realisierung von Verhaltensänderungen verschiedene qualitative Stadien durchlaufen. Es spielt also auch die Reihenfolge des Auftretens einzelner Faktoren eine Rolle. Ziel ist es, den Fokus der Erklärungen somit stärker auf das Individuum zu legen. [237], [239]

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse scheinen motivationale Modelle für die Ermittlung und generische Beschreibung von personenbezogenen Adhärenzfaktoren und ihrer Zusammenhänge von besonderer Bedeutung zu sein. Die nachfolgenden Ausführungen enthalten eine Analyse der weit verbreitetsten motivationalen Modelle [237].

Modell gesundheitlicher Überzeugungen, Becker 1974 [238]

Das Modell gesundheitlicher Überzeugungen (Health Belief Modell, HBM) stellt eines der ersten Gesundheitsverhaltensmodelle dar. Der Fokus des HBM liegt auf der Beschreibung von beeinflussbaren Faktoren (Abbildung 4-3). Dabei wird zur rationalen Erklärung von Gesundheitsverhalten die Grundannahme aufgestellt, dass die Wahrscheinlichkeit für ein gesundes Verhalten einer Person umso höher wird, je stärker diese ihre eigene gesundheitliche Gefährdung einschätzt [237]. Die *gesundheitliche Bedrohung* setzt sich aus der *wahrgenommenen Verwundbarkeit* und dem *objektiv eingeschätzten Schweregrad der Erkrankung* zusammen. Wie stark die persönliche gesundheitliche Bedrohung eingeschätzt wird, hängt von verschiedenen *demographischen* und *psychologischen Variablen* ab. Ebenso erhöht eine individuell als positiv wahrgenommene *Kosten-Nutzen-Bilanz* die Wahrscheinlichkeit für eine Verhaltensänderung. Weitere im HBM genannte Faktoren, die ebenfalls direkt auf das Verhalten einer Person einwirken, sind die *Gesundheitsmotivation* und *Handlungsreize*, wie die Meinung eines Angehörigen oder die Schwere der selbst wahrgenommenen Symptome. Kritik an dem Modell

lässt sich in der geringen Evidenz, den minimalen Einflüssen der genannten Faktoren auf das Gesundheitsverhalten und der Vernachlässigung nicht beeinflussbarer Faktoren finden. Insgesamt gilt das Modell daher als veraltet. [238]

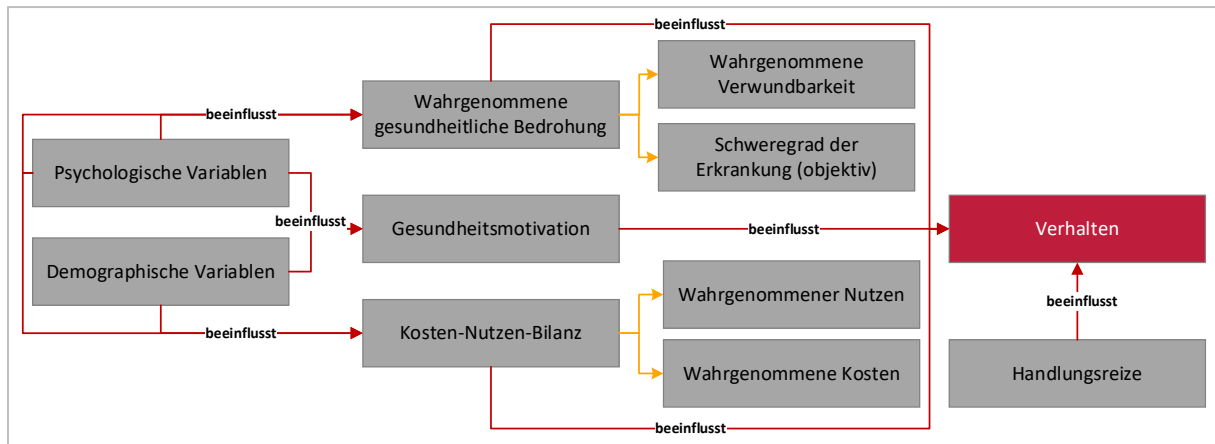


Abbildung 4-3: Concept Map zum Modell gesundheitlicher Überzeugungen (nach [238])

Theorie der Schutzmotivation, Rogers 1975 [237], [238]

Die Theorie der Schutzmotivation (Protection Motivation Theory, PMT) stellt eine Erweiterung des HBM dar. Eine zentrale Rolle bei der Erklärung von Gesundheitsverhalten spielen sogenannte *Furchtappelle*, die nicht direkt auf das Verhalten einer Person einwirken, aber die sogenannte *Schutzmotivation* adressieren, welche besser bekannt ist als Absicht zur Verhaltensänderung, die sogenannte *Intention*. Die Schutzmotivation hängt von zwei parallelen Prozessen ab, der *Bedrohungseinschätzung* und der *Bewältigungseinschätzung* (Abbildung 4-4).

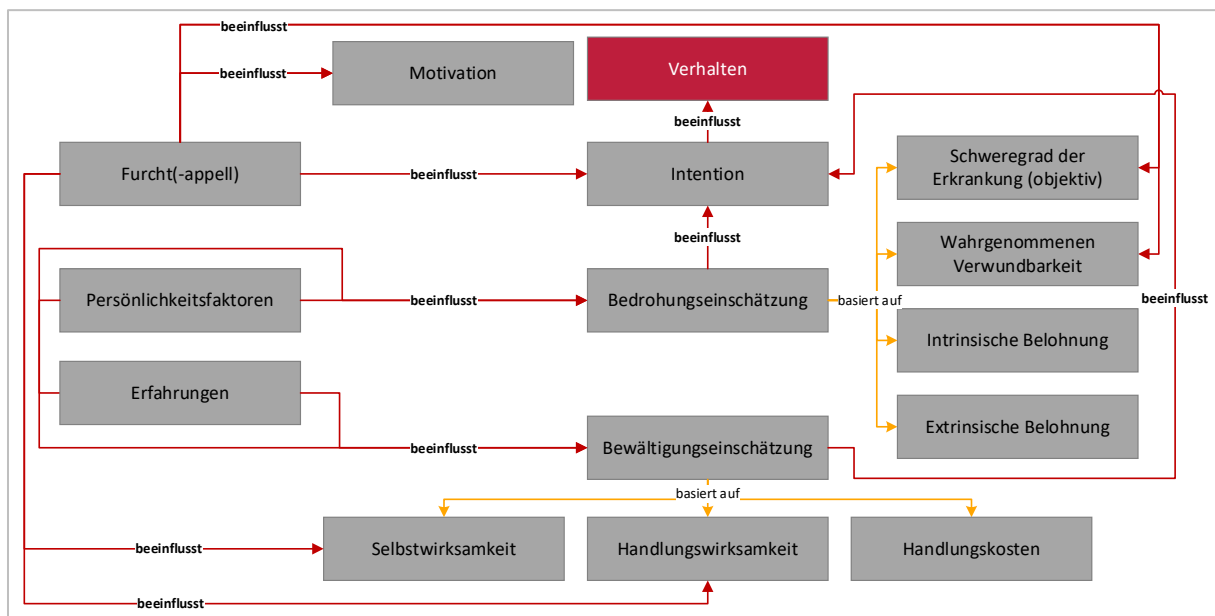


Abbildung 4-4: Concept Map zur Theorie der Schutzmotivation (nach [238])

Im Gegensatz zum HMB setzt sich die Bedrohungseinschätzung nicht nur aus dem *objektiv empfundenen Schweregrad der Erkrankung* und der *wahrgenommenen Verwundbarkeit* zusammen, sondern auch aus *intrinsischer und extrinsischer Belohnung*. Während die Bedrohungseinschätzung mit einer Erhöhung der wahrgenommenen Verwundbarkeit und dem Schweregrad

ansteigt, kann sich diese mit zunehmender intrinsischer Belohnung für ein gesundheitsschädliches Verhalten bzw. einer bereits manifestierten positiven Erfahrung mit diesem Verhalten auch wieder verringern – ‘Ich fühle mich besser, wenn ich keine Diät halte’. Ähnlich verhält es sich mit der Bewältigungseinschätzung, also dem Ausmaß mit dem eine Person davon ausgeht, die Bedrohung bewältigen zu können. Zwar erhöht sich diese *„je mehr sich Personen als selbstwirksam einschätzen [und] je mehr sie glauben, dass ihr Verhalten eine Wirkung hat“* [238], jedoch verringert sie sich mit steigenden *Handlungskosten*. Dies meint nicht nur monetäre sondern auch emotionale Kosten, wie bspw. Überwindung. Sowohl auf die Bedrohungs- als auch Bewältigungseinschätzung wirken weitere interne und externe Faktoren ein, wie Erfahrungen, Furcht und die Persönlichkeit einer Person. [237], [238]

Theorie des geplanten Verhaltens, Ajzen 1991 [237], [238]

Die Theorie des geplanten Verhaltens (Theory of Planned Behavior, TPB) stellt eine Erweiterung der Theorie des überlegten Handelns von Ajzen und Fishbein aus dem Jahr 1975 dar. Im Zentrum der TPB steht die Analyse der Kompetenzwahrnehmung. Zu dieser zählt auch die aus dem PMT bereits bekannte Selbstwirksamkeit, hier *wahrgenommene Verhaltenskontrolle*. Wesentlich ist die Annahme, dass die Selbstwirksamkeit im TPB nicht mehr nur auf die Intention zum Handeln eine Wirkung hat, also die Verhaltensabsicht, sondern auch direkt Einfluss auf das Verhalten einer Person nimmt (Abbildung 4-5). Die TPB ergänzt außerdem auf die Selbstwirksamkeit einflussnehmende Faktoren, wie die *Kontrollüberzeugungen* und die *subjektive Stärke* einer Person. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Intention zur Verhaltensänderung nicht nur durch die *Selbstwirksamkeit* einer Person beeinflusst wird, sondern auch durch die *Einstellungen* und *subjektive Norm*. Letztere beschreibt als externen Faktor den *„erlebten sozialen Druck [...], das Zielverhalten auszuüben oder zu unterlassen“* [238], einfach gesagt die aktiv oder passiv vermittelte Meinung anderer. Auch Einstellungen können sich verstärkend oder abschwächend auf die Intention auswirken. So beschreiben Einstellungen entweder *„positive oder negative Bewertungen des Zielverhaltens“* [238] – ‘Vegetarische Ernährung liegt im Trend, ... ist was für Ökos, ... macht Freude’. Je nach persönlicher *Verhaltensüberzeugung*, ist die Wirkung auf die Verhaltensabsicht jedoch mehr oder weniger stark ausgeprägt. [237], [238]

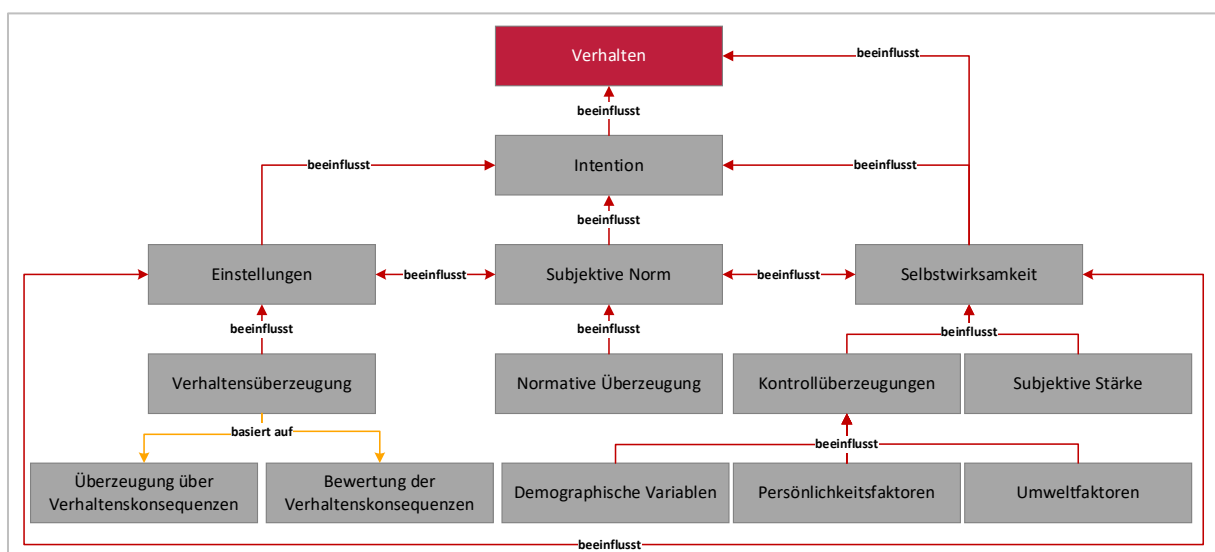


Abbildung 4-5: Concept Map zur Theorie des geplanten Verhaltens (nach [238])

Sozial-kognitive Theorie, Bandura 2004 [238]

Die sozial-kognitive Theorie (Social-Cognitive Theory, SCT) ist eine der bekanntesten Theorien des Gesundheitsverhaltens. Sie ähnelt dem TPB, setzt ihren Fokus aber stärker auf soziale Komponenten des Verhaltens (Abbildung 4-6). Dabei geht die SCT davon aus, dass jede Person, die Probleme hat, auch (mehr oder weniger) Hilfe von außen erhält. Somit wirken auch *soziokulturelle Faktoren*, wie die soziale Unterstützung, auf die *Ziele* ein, die eine Person erreichen möchte. Die Ziele, aus den bereits vorgestellten Modellen besser bekannt als Intention oder Verhaltensabsicht, bestimmen direkt das Verhalten einer Person. Sie können entweder kurz- oder langfristig geplant sein. Die *Handlungsergebniserwartung* ist wie auch schon im PMT (hier Handlungswirksamkeit genannt) ein weiterer nachgewiesener Faktor, der sich auf die Intention auswirkt. Diese setzt sich jedoch nicht wie bisher angenommen nur aus *psychischen* und *selbstevaluierenden Komponenten*, sondern auch aus *sozialen Komponenten* zusammen, d. h. den Meinungen anderer. Der stärkste Prädiktor bleibt die *Selbstwirksamkeit*. Diese wurde in weiteren Arbeiten von Bandura immer genauer analysiert, um beschreiben zu können wie sich diese erhöhen lässt. So ist die Selbstwirksamkeit abhängig von den *eigenen Erfahrungen* (stärkster Prädiktor), dem *Beobachtungslernen* und der *verbalen Verstärkung*. [238]

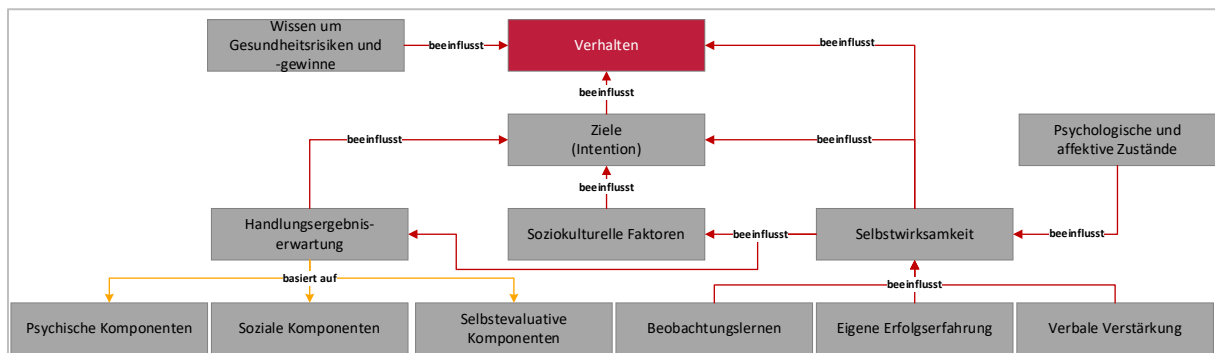


Abbildung 4-6: Concept Map zur sozial-kognitiven Theorie (nach [238])

4.4.1.4 Strukturmodell der Rehabilitationsmotivation

Neben den Fähigkeiten und Fertigkeiten (*Kompetenz*), den Erfahrungen und den Ressourcen, die eine Person mit sich bringt, stellt die Motivation einen wesentlichen weiteren Faktor für Verhaltensänderungen und damit eine zielführende und erfolgreiche Rehabilitation dar [196]. Motivation beschreibt die Bereitschaft einer Person etwas zu tun – „*der Wille bzw. Antrieb zur Leistung*“ [240] – aus der sich schließlich die Intention bildet, die eigentliche Handlungsabsicht. Zur Beschreibung und Erklärung des Konstrukts Motivation existieren neben den bereits vorgestellten Verhaltenstheorien eine Reihe weiterer Theorien, wie z. B. die Selbstbestimmungstheorie. Diese unterscheidet zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation [241]. Während bei der intrinsischen Motivation, die Handlungsbereitschaft von einer Person selbst ausgeht, wirken bei der extrinsischen Motivation andere Personen oder Ereignisse, wie Belohnungen oder Bestrafungen, auf die Person und rufen damit eine Handlungsbereitschaft hervor [241]. Wie bereits Unterabschnitt 4.4.1.2 gezeigt hat, spielt in der Adhärenzforschung die intrinsische Motivation eine wesentliche Rolle. Zwar zeigt die extrinsische Motivation deutlichere Effekte, jedoch wirken diese im Gegensatz zur intrinsischen Motivation nur kurzfristig. Dabei wirken viele unterschiedliche Faktoren zusammen. Gemäß dem Überblicksmodell der

Motivationsforschung lassen sich zwei Arten unterscheiden: personenbezogene und situative Faktoren [43]. Zur Beschreibung dieser und ihrer Zusammenhänge verwendet diese Arbeit das Strukturmodell der Rehabilitationsmotivation (Abbildung 4-7). Dieses wurde aufbauend auf einer Literaturanalyse und Verwendung „des kleinsten gemeinsamen Nenners der verschiedenen motivationalen Theorien und Modelle“ [242] entwickelt. Ursprünglich diente es als Basis für die Entwicklung des indikationsübergreifenden Patientenfragebogens zur Erfassung der Reha-Motivation (PAREMO) [242]. Es stellt eine optimale Wissensbasis zur Beschreibung und Analyse motivationaler Faktoren und ihrer Abhängigkeiten in Rehabilitationsprozessen dar.

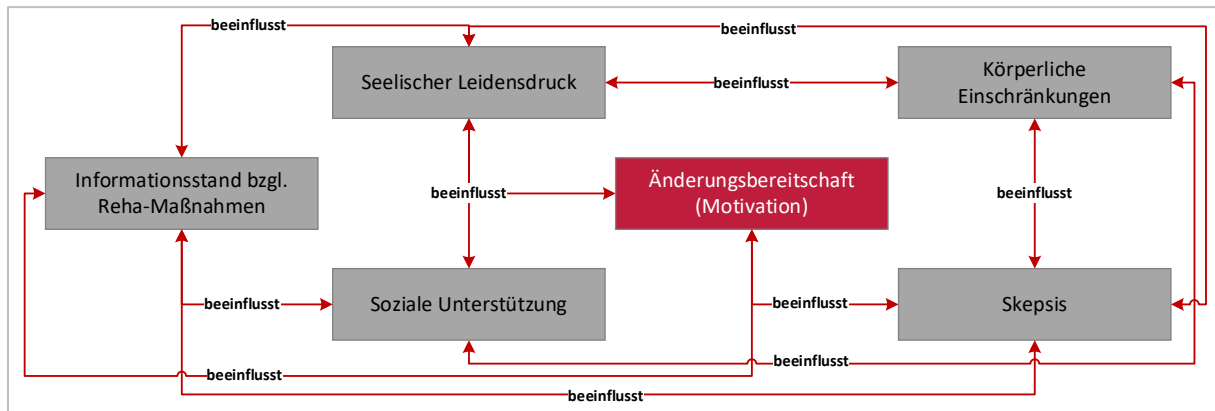


Abbildung 4-7: Concept Map zum Strukturmodell der Rehabilitationsmotivation (Kurzform) [242]

4.4.1.5 Domänenontologien

Die vielversprechendste Domänenontologie zur Repräsentation von Adhärenzfaktoren in Rehabilitationsprozessen ist OPTImAL. OPTImAL dient in erster Linie der Beschreibung von Prädiktoren, die Einfluss auf die Einhaltung von körperlicher Aktivität und Bewegungstraining im Rahmen der rehabilitativen Behandlung kardiovaskulärer Erkrankungen haben. Langfristiges Ziel ist es, die Ontologie zu nutzen, um personalisierte Interventionen zu entwickeln und damit die Therapieadhärenz der Patienten zu verbessern bzw. diese über den Rehabilitationsprozess beizubehalten. Dabei soll OPTImAL entweder direkt zur Erstellung und Anpassung von Behandlungsplänen unter Berücksichtigung des individuellen Patientenprofils genutzt werden oder aber als Teil von Entscheidungsunterstützungssystemen (Decision Support System, DSS). OPTImAL richtet sich daher nicht nur an Gesundheitsversorger, insbesondere Kardiologen und kardiologische Therapeuten, sondern auch an Softwareentwickler. [243]

Insgesamt besteht OPTImAL aus 142 in der Web Ontology Language version 2 (OWL 2) über Protégé implementierte Klassen, zehn Objekt-Relationen, 371 Konzepten und 2637 logischen Axiomen. Es werden insgesamt 320 Adhärenzfaktoren beschrieben. Auf dem Top-Level unterscheidet die Ontologie zwischen zehn Klassen: (1) *ActivityAdherenceType*, (2) *AdherenceQuality*, (3) *AdherenceLevel*, (4) *StudiesPopulation*, (5) *PatientFactor*, (6) *FactorRelationType*, (7) *ActivityBehavior*, (8) *ActivityBehaviorStage*, (9) *ActivityBehaviorDimension*, (10) *CrProgramDuration*¹⁹. Während die Klassen *ActivityAdherenceType*, *PatientFactors* und *ActivityBehavior* in weitere Sub-Klassen unterteilt sind, setzen sich die übrigen Klassen aus

¹⁹ CR = kardiologische Rehabilitation (engl. cardiac rehabilitation)

Instanzen zusammen. Die Klasse *PatientFactor* dient nicht nur dazu einzelne Einflussfaktoren zu beschreiben, sondern auch dazu das Patientenprofil abzubilden. Zwar werden nur Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen erfasst, in einigen Studien findet aber eine Differenzierung statt. So werden bspw. nur weibliche Patienten betrachtet oder Patienten, die gleichzeitig unter Depressionen leiden. Erste Evaluationen zeigen, dass OPTImAL dazu geeignet ist, Faktoren zu ermitteln, die auf die Adhärenz eines Patienten mit einem bestimmten Profil einwirken. [243]

Auch wenn OPTImAL auf Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen fokussiert, kann sie dennoch als ergänzende Wissensquelle zur Entwicklung einer möglichst allgemeingültigen Adhärenz-Ontologie verwendet werden. Besonders interessant erscheint dabei die Wiederverwendung von Konzepten zur Beschreibung des Patientenprofils sowie die Unterteilung des Konstrukts Adhärenz in das Adhärenz-Level, den Adhärenz-Typ und die Adhärenz-Qualität.

4.4.2 Eine Ontologie zur Repräsentation von Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation

Die vorangehenden Abschnitte zeigen nicht nur die immense Anzahl an Adhärenz- und Motivationsfaktoren, die in Rehabilitationsprozessen eine Rolle spielen, sondern auch deren Heterogenität, sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in psychologischen Theorien. So sind positive bzw. negative Effekte selten belegt oder sogar widersprüchlich. Eine Ontologie scheint ein geeignetes Werkzeug zu sein, um das vorhandene Wissen zu Adhärenzfaktoren aus verschiedenen Quellen (*ontology* und *non-ontology knowledge*) zu repräsentieren und dieses im Sinne des Information Retrieval (IR) für die Entwicklung DiGA nutzbar zu machen, ohne explizit auf die Effekte einzelner Einflussfaktoren eingehen zu müssen. Mit Hilfe der Formalisierung potentieller Einflussfaktoren und ihrer Zusammenhänge soll ein allgemeingültiges Modell geschaffen werden, das durch entsprechende Instanziierung für eine indikations- und therapie-spezifische Entwicklung DiGA genutzt werden kann. In dieser Arbeit dient die Ontologie als Wissensbasis für die zielgerichtete Auswahl und Implementierung von Spiel-Design-Elementen und somit zur adäquaten Adressierung einzelner Adhärenz- und Motivationsfaktoren.

Die Ontologie OnTARi – ‘**O**ntology for factors influencing therapy **a**dherence to **r**ehabilitation’ [244] – wird entsprechend der METHONTOLOGY-Methode entwickelt [245]. METHONTOLOGY eignet sich besonders gut zur initialen Bildung von Ontologien. Neben der Beschreibung von Aktivitäten und Techniken zum Projektmanagement (Planung, Kontrolle, Qualitätssicherung) fasst die Methode auch einzelne Entwicklungsschritte von der Spezifikation über die Konzeptualisierung und Formalisierung bis hin zur Implementierung zusammen.

4.4.2.1 Spezifikation

OnTARi soll dazu dienen potentielle Adhärenzfaktoren und ihr Zusammenwirken in Rehabilitationsprozessen zu repräsentieren, um diese über konventionelle Interventionen oder DiGA, mit oder ohne der Anwendung von Spiel-Design-Elementen, adressieren zu können. Damit ist OnTARi nicht nur für Mitarbeiter des Gesundheitswesens nutzbar, z. B. bei der Erstellung von Behandlungsprogrammen, sondern auch von (Medizin-)Informatikern und Softwareentwicklern. Einzelne Patienten bzw. Patientengruppen lassen sich mit Hilfe von OnTARi differenziert hinsichtlich verschiedener Adhärenz- und Motivationsfaktoren beschreiben (Patientenprofil). Somit kann gezielt auf diejenigen Faktoren eingewirkt werden, die einem Patienten bzw. einer

Patientengruppe den größtmöglichen Benefit im Rehabilitationsprozess bieten. Im Sinne des IR soll OnTARi hierzu u. a. folgende Fragen beantworten können:

1. Welche Faktoren gibt es in einer bestimmten Adhärenzdimension?
2. Welche Faktoren sind im Rehabilitationsprozess besonders relevant (*harte Faktoren*)?
3. Welche harten Faktoren gibt es in einer bestimmten Adhärenzdimension?
4. Welche Faktoren sind in einem bestimmten Leistungsbereich besonders relevant?
5. Welche harten Faktoren sind in einem bestimmten Leistungsbereich besonders relevant?
6. Durch welche Faktoren wird ein bestimmter Faktor beeinflusst?

Die Implementierung von OnTARi erfolgt mittels OWL 2 unter Verwendung von Protégé [246]. Anfragen werden mittels einfachster Prädikatenlogik, den sogenannten Description Logic Queries (*DL-Queries*), direkt über Protégé gestellt. Die n-Ontologie OnTARi ist in drei Schichten zu implementieren. Das initiale Glossar der Begriffe bildet sich über eine deduktiv-induktive Kategorisierung aus den Wissensquellen aus Unterabschnitt 4.4.1. Dabei sind eine Reihe von Qualitätskriterien zu berücksichtigen [247]. So ist OnTARi unter Anwendung bereits etablierter und standardisierter Terminologien zu kodieren, um Konsistenz, Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit sicherzustellen. Hierfür ist die Ontologie weiterhin Open Source zur Verfügung zu stellen, bspw. über eine Versionsverwaltungsplattform wie GitHub. Weitere Details zur Spezifikation von OnTARi sind Tabelle 4-5 zu entnehmen.

Tabelle 4-5: Merkmale der Domänen-Ontologie OnTARi

Merkmal	Beschreibung
<i>Zweck</i>	OnTARi dient als Referenzmodell zur Repräsentation potentieller Adhärenzfaktoren und ihrer Relationen in Rehabilitationsprozessen.
<i>Anwendungsbereich</i>	Die Ontologie beschränkt sich auf Adhärenz- und Motivationsfaktoren in Rehabilitationsprozessen, ohne dabei auf die zugrundeliegende Indikation oder die konkrete Wirkung einzelner Faktoren einzugehen.
<i>Implementierung</i>	OWL 2 modelliert mittels Protégé 5.5.0
<i>Vorgesehene Nutzer</i>	1. Medizinisches Fachpersonal (z. B. Ärzte, Physiotherapeuten) 2. Medizininformatiker, Softwareentwickler
<i>Vorgesehene Verwendung</i>	1. Umsetzung und/oder Anpassung konventioneller rehabilitativer Maßnahmen unter Einbezug (patientenindividueller) Adhärenzfaktoren. 2. Konzeptualisierung und Implementierung DiGA zur Steigerung der Motivation und Adhärenz in Rehabilitationsprozessen.
<i>Anforderungen (Qualität)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verfügbar zur Wiederverwendung (Open-Source-Software) ▪ Kodiert mittels standardisierter Terminologie ▪ Basierend auf Standardwissen ▪ Systematische Entwicklung ▪ Wiederverwendung existierender Ontologien
<i>Pre-Glossar der Begriffe</i> Wissensquellen	Deduktiv-induktiv gebildet 1. Kernliteratur, wissenschaftliche Publikationen, Modelle und Theorien der Gesundheits- und Motivationsforschung (<i>non-ontology knowledge</i>) 2. Domänen-Ontologien (<i>ontology knowledge</i>)
Schichten	Adhärenz, Adhärenzfaktoren, Leistungsbereiche der Rehabilitation

4.4.2.2 Konzeptualisierung und Formalisierung

Die Konzeptualisierung besteht aus vier Schritten. Zunächst wird ein einfaches Begriffsglossar gebildet, das Konzepte, Instanzen, Relationen und entsprechende Beschreibungen beinhaltet.

Zur Systematisierung der identifizierten Konzepte erfolgt im zweiten Schritt die Erstellung von Klassen und Taxonomien. Der dritte Schritt befasst sich mit der Definition binärer Relationen. Im letzten Schritt wird schließlich das Wörterbuch der Konzepte erstellt.

Bildung des Glossars

Das Begriffsglossar wird aus den vorangehenden theoretischen Analysen abgeleitet (*term extraction*) und setzt sich aus den identifizierten Adhärenz- und Motivationsfaktoren sowie zugehörigen Relationen zusammen. Einzelne Aussagen werden zu einem Begriff oder einer kurzen Phrase zusammengefasst und mit einer entsprechenden Beschreibung, Synonymen, dem Typ und ggf. vorhandenen Akronymen in einer Excel-Tabelle dokumentiert. Insgesamt besteht das Glossar aus 511 Begriffen, 83 englischen Synonymen und 509 deutschen Übersetzungen. Enthalten sind hier 265 Konzepte, 21 Attribute, 216 Instanzen und 9 Relationen (Tabelle 4-6).

Tabelle 4-6: OnTARi's Glossar der Begriffe (Ausschnitt patientenbezogene Adhärenzfaktoren)

Name	Synonyme	Beschreibung	Typ
Gender	Sex Dtsch. Geschlecht	Describes the social gender of a person.	Konzept
Male	Masculine Dtsch. männlich	-	Instanz
Female	Feminine Dtsch. weiblich	-	Instanz
Non-binary	Neuter, genderqueer Dtsch. nicht-binäre Geschlechtsidentität	-	Instanz
Motivation	-	Describes the ability of a person to do something, eg., make lifestyle changes.	Konzept
has_level	Dtsch. hat_level	String: very low, low, moderate, high, very high	Attribut
influences	Dtsch. beeinflusst	Used to describe that on factor may influence another factor – positive or negative.	Relation

Erstellung von Klassen und Taxonomien

Zur Systematisierung werden soweit wie möglich existierende Klassifikationen verwendet (*mapping*). Ziel ist es, aus anerkannten medizinischen und psychologischen Taxonomien Charakteristiken herauszufiltern, die dazu geeignet sind, die verschiedenen Schichten und Adhärenzdimensionen von OnTARi möglichst konsistent und nachvollziehbar zu beschreiben. Hierzu wird ein Middle-Out Ansatz verfolgt. Zunächst erfolgt eine grundsätzliche Aufteilung in drei Dimensionen: Adhärenz, Adhärenzfaktoren und Rehabilitation.

Die Dimension **Adhärenz** setzt sich in Anlehnung an die bereits beschriebene Domänenontologie OPTImAL [243] aus dem Konstrukt Adhärenz (Klasse) und dem zugehörigen Adhärenz-Level sowie der Adhärenz-Qualität (Attribute der Klasse Adhärenz) zusammen.

Die Erstellung der Taxonomie für **Adhärenzfaktoren** erfolgt sukzessiv, soweit möglich in einer dreistufigen Hierarchie: Top-, Middle- und Bottom-Level. Die Top-Level Klassifikation entspricht den fünf Adhärenzdimensionen der WHO: Patientenbezogene, sozioökonomische, therapiebezogene, gesundheitszustandsbezogene sowie gesundheitsteam- und gesundheitssystembezogene Faktoren. Jeder Adhärenzfaktor kann außerdem einer Adhärenzkategorie zugeordnet sein. Auch wenn sich die Effekte eines Faktors je nach Individuum unterscheiden, kann zur Kennzeichnung von Tendenzen, d. h. der Wahrscheinlichkeit, dass ein Faktor Einfluss auf

die Adhärenz hat, eine Differenzierung zwischen *harten* und *weichen* Einflussfaktoren vorgenommen werden [222]. Die Modellierung der Adhärenzkategorien erfolgt als Klassen unter Verwendung der ‘has_factor_category’-Relation zu den entsprechenden Adhärenzfaktoren.

Zur standardisierten Erfassung der **patientenbezogenen Faktoren** findet auf dem Middle-Level die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF) Anwendung. Zwar liegt in dieser keine systematische Klassifikation patientenbezogenen Faktoren vor, jedoch kann aufbauend auf der ergänzenden Einteilung der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation mit den Klassen allgemeine Merkmale (*DemographicCharacteristics*), mentale Faktoren (*PsychologicalFactors*), Einstellungen (*HealthAttitudesAndBeliefs*) und Verhaltensgewohnheiten (*BehaviouralFactors*) gearbeitet werden [248]. Der Bottom-Level bildet i. d. R. einzelne Adhärenzfaktoren ab, die über Attribute oder auch über eine weitere Konzeptebene genauer beschrieben werden. Bspw. handelt es sich bei der *Motivation* einer Person um einen *personenbezogenen Faktor* (Top-Level), der in die Kategorie *psychologische Faktoren* einzuordnen ist (Middle-Level). Weiterhin lässt sich der Adhärenzfaktor *Motivation* auf einer weiteren Ebene in *intrinsische und extrinsische Motivation* aufteilen (Klassen). Dabei hat die *Motivation* einer Person jeweils ein individuelles Level (Attribut). Durch diese Klassifikation ist jedoch keine vollständige Einordnung aller identifizierten Adhärenzfaktoren möglich. Zur weiteren Systematisierung werden daher die Dimensionen der Behandlungsmotivation verwendet, die im Rahmen der Entwicklung des PAREMO-20 formuliert wurden [249]. Hierzu zählen die auf dem Middle-Level modellierten Klassen *Wissen* und *Krankheitserleben bzw. Krankheitswahrnehmung*. Der Wissensstand einer Person lässt sich unterteilen in das *Wissen über die eigene Erkrankung*, das *Wissen über Symptome*, das *Wissen über die Behandlung* und das *Wissen über Gesundheitsrisiken* (Bottom-Level). Zur Krankheitswahrnehmung zählt u. a. die *wahrgenommene gesundheitliche Bedrohung* (Bottom-Level) der Theorie der Schutzmotivation.

Ein wesentlicher **sozioökonomischer Faktor** ist der *sozioökonomische Status* einer Person (Middle-Level). Dieser setzt sich gemäß gängiger wissenschaftlicher Theorien der Sozialstruktur aus verschiedenen soziodemographischen Merkmalen zusammen, die selbst auch Adhärenzfaktoren sind. Hierzu zählen u. a. der *Bildungsstand*, der *Erwerbsstatus*, die *finanzielle Situation*, die *Familienstruktur* sowie der *Familienstand* (Middle-Level). Entsprechend der in der ICF genannten Umweltfaktoren ist darüber hinaus die *soziale Unterstützung* auf dem Middle-Level zu modellieren. Unterstützung kann sowohl von der Familie und Freunden als auch von Kollegen oder aus sozialen Netzwerken hervorgehen (Bottom-Level). Unterschieden wird jeweils zwischen verschiedenen *Arten der Unterstützung*: *praktische, informationelle* und *emotionale Unterstützung* sowie *Bewertungs- und Einschätzungsunterstützung* (Bottom-Level). Zu Letzterem zählt auch die aus der sozial-kognitiven Theorie bekannte *verbale Verstärkung*.

Neben generellen **therapiebezogenen Adhärenzfaktoren**, die bei der Planung und Durchführung jeglicher Behandlungsform eine Rolle spielen können, wie *Komplexität*, *Dauer* und *Ziele der Behandlung* (Bottom-Level), ist auf dem Middle-Level weiterhin zwischen therapie-spezifischen Faktoren zu unterscheiden. So zählen bei der medikamentösen Behandlung u. a.

der *Geschmack von Medikamenten*, die *Anzahl von einzunehmenden Tabletten pro Tag* sowie die *Dosierung* zu typischen Einflussfaktoren (Bottom-Level). Im Rahmen der Durchführung therapeutischer Übungen, gleich ob im Kontext der Logopädie, Ergo-, Physio- oder Psychotherapie, sind dagegen Faktoren, wie die *Anzahl von Übungen*, die *Komponenten einer Übung* oder die *Wahrnehmung einer Person bei der Durchführung von Übungen* relevant – schmerzvoll, langweilig, Spaßig oder zu schwer. Ist eine operative Behandlung notwendig, kommen Faktoren, wie der *Umfang der Operation* und *postoperative Komplikationen*, hinzu. Weiterhin existieren übergeordnete geografische Faktoren (Middle-Level), die die *Zugänglichkeit zur Therapie* bestimmen. So wird die Adhärenz sowohl durch den *Behandlungsort*, die *Distanz* zu diesem als auch die *Reisezeit* und *Reisekosten* beeinflusst (Bottom-Level).

Der Gesundheitszustand einer Person setzt sich aus der emotionalen und physischen Gesundheit zusammen [226]. Auf dem Middle-Level der **gesundheitszustandbezogenen Faktoren** sind daher sowohl der allgemeine Gesundheitszustand als auch die einzelnen Arten aufgeführt. Beeinflusst wird der Gesundheitszustand von einer Reihe gesundheitszustandbezogener Faktoren, die sich selbst auch auf die Adhärenz auswirken können. Hierzu zählen funktionelle, symptomatische und die Grunderkrankung betreffende Faktoren sowie *Komorbiditäten* (Middle-Level). *Funktionelle Faktoren*, d. h. die Funktionsfähigkeit einer Person betreffende Faktoren, lassen sich gemäß Patterson et al. [250] über physische, psychologische und kognitive Funktionsfähigkeit definieren (Bottom-Level). Die *kognitive Funktionsfähigkeit* ist besonders für die neurologische Rehabilitation oder die Rehabilitation geriatrischer Patienten relevant und lässt sich gemäß dem psychometrischen Ansatz durch verschiedenste geistige Fähigkeiten beschreiben, wie *Gedächtnisleistung*, *Erinnerungsvermögen* und *Aufmerksamkeitsfähigkeit* [251]. Da diese Fähigkeiten unterschiedlichen Einfluss auf andere Adhärenzfaktoren haben, sind sie in einer weiteren Ebene ebenfalls als Klassen zu modellieren. *Komorbiditäten* werden gemäß ICD-10 nach psychologischen, kardiologischen, pulmonalen und metabolischen Erkrankungen gruppiert (Bottom-Level). Individuen werden als Klassen modelliert, wenn diese explizit als Einflussfaktoren identifiziert wurden, wie die Komorbiditäten *Depression*, *Diabetes* und *Demenz*. Die Grunderkrankung betreffende Faktoren setzen sich aus der *Grunderkrankung* sowie deren Eigenschaften zusammen (Bottom-Level). Hierzu zählen das *Stadium der Erkrankung*, die *Dauer der Erkrankung* und die *Schwere der Erkrankung* (Klassen).

Gesundheitssystembezogene Faktoren lassen sich aus ökonomischer Sicht als Ressourcen beschreiben. Die sogenannte Resource-Based View, eine unter Ökonomen anerkannte Theorie, unterscheidet fünf Ressourcentypen: finanzielle, humane, organisatorische, physische und technologische Ressourcen [252]. Entsprechend der ermittelten Adhärenzfaktoren wird auf dem Middle-Level daher eine Unterteilung in *finanzielle und personelle Faktoren* vorgenommen. Finanzielle Faktoren umfassen die *Gesundheitskosten*, die *Finanzierung*, als auch *Kostenrückerstattungen* im Gesundheitssystem. Personelle Faktoren beziehen sich sowohl auf die *Kompetenzen*, d. h. *Training und Expertise* des medizinischen und therapeutischen Fachpersonals, als auch auf die *Verschreibung von Maßnahmen* (Bottom-Level). Während die physischen und technologischen Ressourcen im Kontext des Gesundheitssystems nicht relevant sind, er-

scheint der Begriff der organisatorischen Ressourcen zu unspezifisch. Als Ergänzung zur ökonomischen Sicht auf das Gesundheitssystem wird daher die Perspektive der Sozialwissenschaften herangezogen, die neben ökonomischen auch zwischenmenschliche Ressourcen umfasst. Entsprechend der Ressourcentaxonomien von Schubert & Knecht [253] sind daher *interpersonelle* und *soziokulturelle Faktoren* auf dem Middle-Level zu ergänzen. Interpersonelle Faktoren betrachten sowohl die *therapeutische Beziehung* als auch die konkrete *Unterstützung durch Therapeuten und Ärzte* in Form von *Empfehlungen* und *Feedback* (Bottom-Level). Soziokulturelle Faktoren umfassen u. a. das generelle *Angebot an Gesundheitsdienstleistungen*, die *Sprache* in der sie angeboten werden sowie den *Zugang* zu diesen.

Die Dimension **Rehabilitation** wird nach typischen Leistungsbereichen strukturiert, die die Durchführung rehabilitativer Maßnahmen mit sich bringen. Hierbei ist eine Unterteilung in die neurologische, internistische, orthopädische, psychosomatische und psychologische (inkl. Sucht), pädiatrische, geriatrische sowie gynäkologische Rehabilitation möglich. Die internistische Rehabilitation gliedert sich wiederum in die kardiologische, gastroenterologische, metabolische, onkologische und pulmonale Rehabilitation. Weiterhin findet eine Unterscheidung in ambulante und stationäre Rehabilitation statt.

Definition binärer Relationen

Bei der Definition binärer Relationen ist zwischen Object und Data Properties zu unterscheiden. Während Object Properties Relationen zwischen zwei Klassen darstellen, sind Data Properties als Attribute einer Klasse anzusehen. OnTARi definiert zwei Standard **Object Properties**: 'is_a' und 'is_part_of'. Bei der 'is_a'-Relation handelt es sich um eine klassische Vererbung zwischen einer Basisklasse und der zugehörigen Subklasse im Sinne der objektorientierten Programmierung und der Wissensrepräsentation. Generalisierungen bzw. Spezialisierungen werden damit implizit über die Klassenhierarchie der Ontologie abgebildet. Auch die 'is_part_of'-Relation stammt aus der objektorientierten Programmierung, hier bezeichnet man sie als Objektkomposition (*composition*) und dient dazu, Objekte oder Datentypen zu komplexeren Konstrukten zu kombinieren. OnTARi nutzt Objektkompositionen, um Attribute einer Klasse als eigenständige Klassen zu modellieren, ohne dass dabei die logische Struktur der Information verloren geht, d. h., das Attribut bleibt fester Bestandteil des Zustands der Klasse. Dieses Vorgehen ist erforderlich, wenn ein Attribut selbst einen Adhärenzfaktor darstellt. Weiterhin werden Objektkomposition genutzt, um zu beschreiben, dass sich eine Klasse aus mehreren anderen Klassen zusammensetzt. So könnte man zwar denken, dass der mentale Gesundheitszustand eine Form des Gesundheitszustands ist ('is_a'-Relation), jedoch handelt es sich vielmehr um eine 'is_part_of'-Relation, da sich der Gesundheitszustand einer Person aus der mentalen und physischen Gesundheit zusammensetzt bzw. durch diese beschrieben wird. Fünf speziell für OnTARi definierte Object Properties sind 'influences', 'is_associated_with', 'affects', 'has_factor_category' und 'is_particular_relevant_in'. Die **'influences'**-Relation wird eingesetzt, um auszudrücken, dass ein Adhärenzfaktor einen anderen Faktor beeinflussen kann, entweder positiv oder negativ. Ergänzend definiert die **'is_associated_with'**-Relation unspezifische Zusammenhänge zwischen Adhärenzfaktoren. So gibt es bspw. einen Zusammenhang zwischen dem Alter einer Person und dem Auftreten von Komorbiditäten. Jedoch meint dies

nicht, dass das Alter Komorbiditäten beeinflusst, sondern lediglich, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens durch das Alter steigt. Zusätzlich beschreibt die ‘affects’-Relation die direkte Wirkung einzelner Faktoren auf die Adhärenz oder Motivation einer Person. Um hierbei einen Eindruck von den Effekten eines Faktors zu erhalten, wird mittels der ‘has_factor_category’-Relationen zwischen *harten* und *weichen* Einflussfaktoren unterschieden. Die ‘is_particular_relevant_in’-Relation nutzt OnTARi dazu, auszudrücken, welche Faktoren in einem bestimmten Leistungsbereich von besonderer Relevanz sind. So spielen Faktoren, wie die Entfernung zum Behandlungsort, Komorbiditäten und die soziale Unterstützung, entsprechend empirischer Untersuchungen, im Rahmen der kardiologischen Rehabilitation eine wichtige Rolle.

Data Properties sind möglichst generisch zu definieren, um in unterschiedlichen Klassen Anwendung zu finden. Beispiele sind die simplen Relationen ‘has_status’, ‘has_type’, ‘has_quality’ oder ‘has_level’, letztere im Wertebereich ‘very low’, ‘low’, ‘moderate’, ‘high’, ‘very high’. Eine derartige Mehrfachverwendung ist jedoch nicht an jeder Stelle möglich. Daher existieren eine Reihe weiterer individueller Data Properties, wie z. B. ‘has_job_class’, zur näheren Beschreibung der beruflichen Situation oder ‘children_in_household’ zur Definition der Familienstruktur. Tabelle 4-7 zeigt einen Ausschnitt der definierten Relationen und Inversen.

Tabelle 4-7: In OnTARi verwendete binäre Relationen (Ausschnitt)

Relation	Ursprungskonzept	Kardinalität	Zielkonzept	Inverse Relation
is_part_of	MentalHealthStatus	1:n	HealthStatus	consists_of
is_part_of	PhysicalHealthStatus	1:n	HealthStatus	consists_of
influences	SelfEfficacy	n:m	Intention	is_influenced_by
has_factor_category	Motivation	1:n	HardFactor	-
has_severity	Comorbidity	1	-	-

Wörterbuch der Konzepte

Das Wörterbuch der Konzepte beruht in großen Teilen auf den in der Literatur identifizierten Adhärenzfaktoren und setzt sich aus Instanzen und Attributen zusammen. Entsprechend dem verwendeten Bottom-Up Ansatz kategorisierte Adhärenzfaktoren werden als **Instanzen** hinterlegt. Bspw. stellt der Adhärenzfaktor *Vergesslichkeit* eine Instanz der Klasse *Erinnerungsvermögen* dar oder der *Mangel an Anweisungen vom Gesundheitspersonal* eine Instanz der Klasse *Training und Beratung des Patienten*. Erweitert wird das Wörterbuch durch typische Ausprägungen einer Klasse. Dies bezieht sich u. a. auf die Klassen *Alter*, *Geschlecht*, *ethnische Zugehörigkeit* sowie *Familien- und Ehestand*. So stellen ‘männlich’, ‘weiblich’ und ‘nicht-binäre Geschlechtsidentität’ Instanzen der Klasse *Geschlecht* dar; ‘verheiratet’, ‘in einer Partnerschaft lebend’, ‘getrennt lebend’, ‘unverheiratet’, ‘geschieden’ und ‘verwitwet’ Instanzen der Klasse *Ehestand* (LOINC-Codes). Bei der Definition finden bestehende Klassifikation und Taxonomien Anwendung, wie die CASMIN-Klassifikation zur Beschreibung des Bildungsstands. Initial nicht hinterlegte Instanzen sind bei der späteren Nutzung der Ontologie über die in einer zugehörigen Datenbank abgelegten Patientenprofile zu ergänzen. Das Wörterbuch spezifiziert weiterhin die bereits allgemein gesammelten **Attribute**. Dies beinhaltet neben einer eindeutigen Benennung, den Namen des Konzepts dem das Attribut zuzuordnen ist, den Typ, den Wertebereich sowie die Kardinalität. So wird bspw. das Attribut ‘has_severity’ der Klasse *Komor-*

bidität als String mit dem Wertebereich ‘extremely mild’, ‘mild’, ‘moderate’, ‘severe’, ‘extremely severe’ und der Kardinalität 1 definiert (Tabelle 4-7). Gleiches Vorgehen gilt für alle weiteren Attribute. **Konstanten** finden keine Berücksichtigung.

4.4.2.3 Evaluation und Re-Design

Zur Prüfung der Konsistenz, Vollständigkeit und Prägnanz von OnTARi dient eine Taxonomie-Evaluation durch zwei Experten mit unterschiedlichem Fachwissen – Medizininformatik und Physiotherapie [254]. Das Vorgehen der Evaluation entspricht dem *assessment by humans against a set of criteria* [255]. Jeder Experte erhält zur Durchführung der Evaluation die Taxonomie von OnTARi in Form einer Excel-Tabelle und der OWL-Datei, die zugehörige Ontologie-Spezifikation (Unterabschnitt 4.4.2.1) sowie eine Evaluationsdatei zur Dokumentation von Konzeptualisierungsfehlern. Zu dokumentieren sind dabei acht Arten von Fehlern in vier Kategorien: Inkonsistenzen – Zirkularitätsfehler, semantische Inkonsistenz und Überlappung; Unvollständigkeit – unvollständige Konzepte und Partitionsfehler; Redundanzen – redundante Konzepte und identische Definitionen; Ausdrucksfehler – falsche/nicht-eindeutige Formulierungen von Konzepten. Insgesamt konnten 42 Inkonsistenzen, 43 Unvollständigkeiten, 4 Redundanzen und 6 Ausdrucksfehler aufgedeckt und entsprechend angepasst werden (*Re-Design*).

4.4.2.4 Implementierung

Die Umsetzung von OnTARi erfolgt in der Version 5.5.0 des Ontologie-Editors Protégé entsprechend des entwickelten OnTARi-Metamodells (Abbildung 4-8). Übergeordnet unterscheidet OnTARi sechs Klassen: (1) *Adherence*, (2) *AdherenceFactors*, (3) *AdherenceFactorCategory*, (4) *Rehabilitation*, (5) *RehabilitationForm* und (6) *RehabilitationType*. Den Kern der Ontologie bildet die Klasse *AdherenceFactors*. Sie dient nicht nur dazu einzelne Adhärenzfaktoren zu beschreiben, sondern auch mögliche Patientenprofile abzubilden. Beziehungen zwischen Klassen werden als *Object Restrictions* unter Verwendung der definierten *Object Properties* implementiert. Akronyme, Synonyme, Definitionen und deutsche Übersetzungen einer Klasse werden jeweils über *Annotation Properties* als Subklasse der *rdfs:comments* mit dem Datentyp *rdfs:Literal* eingebunden. OnTARi ist unter <https://github.com/PLRI/OnTARi> abrufbar.

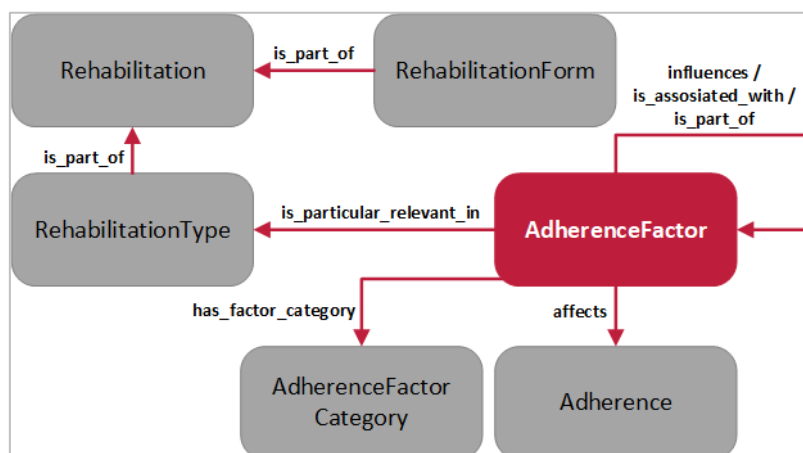


Abbildung 4-8: OnTARi-Metamodell [244]

Insgesamt verfügt OnTARi über 281 in OWL 2 implementierte Klassen, 10 Object Properties, 22 Data Properties, 1440 logische Axiome, 244 Instanzen und 1023 Annotationen. Auf

diese Weise werden 227 unterschiedliche Adhärenzfaktoren beschrieben, als harte oder weiche Einflussfaktoren kategorisiert ($n_{\text{harterEinflussfaktor}}=49$) und deren Zusammenhänge abgebildet (15 ‘associated_with’-Relationen; 160 ‘influences’-Relationen). Die Klasse *Rehabilitation-Type* ermöglicht außerdem eine Zuordnung der Einflussfaktoren zu den Leistungsbereichen der Rehabilitation, um darzustellen, welche Faktoren in diesen von besonderer Relevanz sind:

- Kardiologische Rehabilitation (n=103)
- Neurologische Rehabilitation (n=84)
- Onkologische Rehabilitation (n=45)
- Orthopädische Rehabilitation (n=45)
- Metabolische Rehabilitation (n=18)
- Pulmonale Rehabilitation (n=17)
- Suchtrehabilitation (n=15)
- Psychosomatische Rehabilitation (n=9)

Ein Ausschnitt der implementierten Klassenhierarchie sowie Annotationen und Relationen ist Abbildung 4-9 zu entnehmen. Hier ist zu erkennen, dass der Adhärenzfaktor *wahrgenommene Gesundheitlichebedrohung* u. a. durch die Persönlichkeit eines Individuums beeinflusst wird. So ist klar, dass sensible Personen eine Situation schneller als bedrohlich auffassen, als Personen mit einem selbstbewussteren und bodenständigeren Wesen.

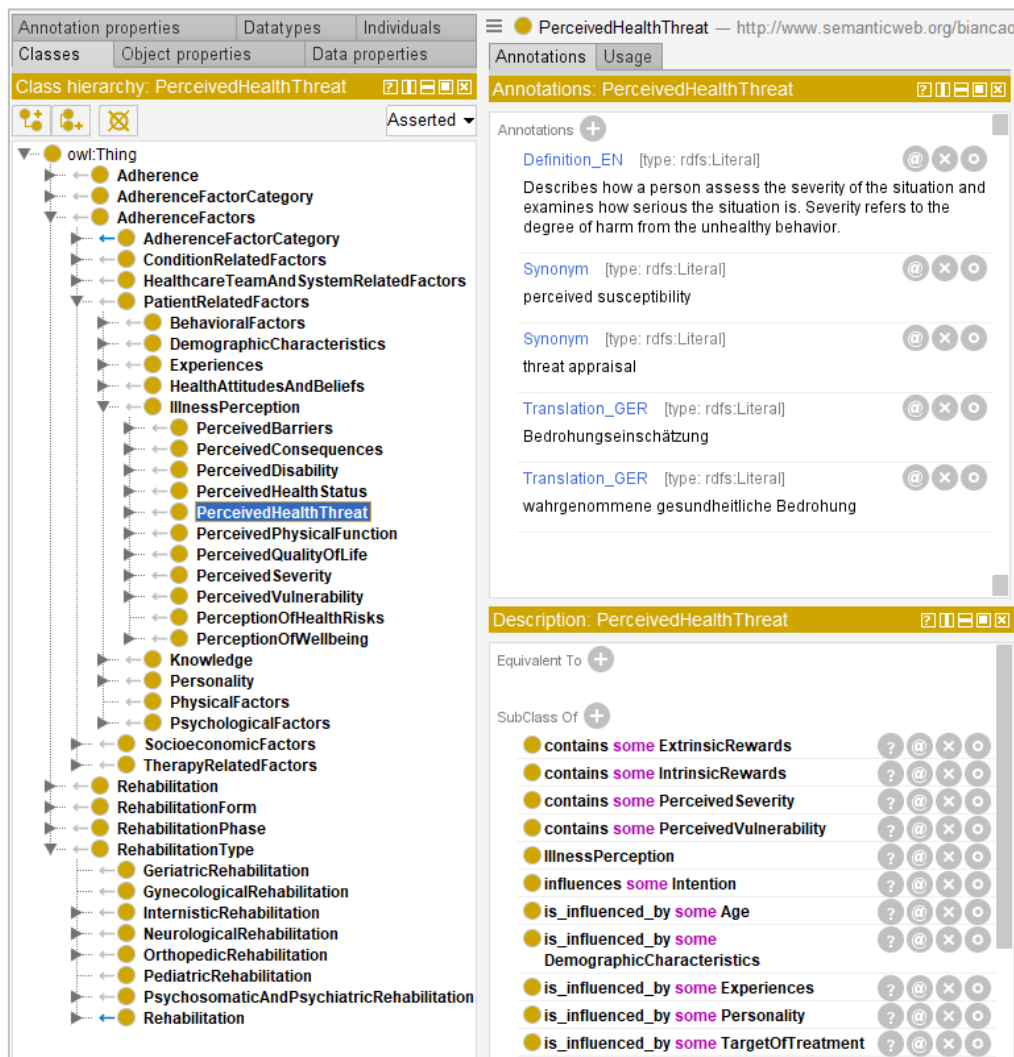


Abbildung 4-9: OnTARi-Ausschnitt in Protégé [244]

Gemäß den vorab definierten Zielen soll OnTARi u. a. als Grundlage zur Entwicklung Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA dienen, die so genau wie möglich die spezifischen Adhärenzfaktoren einer Patientengruppe adressieren können. Hierzu beantwortet OnTARi mittels

DL-Queries unter Verwendung des ELK 0.4.3 Reasoners [256] die in Tabelle 4-8 aufgeführten Fragen. Bspw. meldet die Anfrage ‘PatientRelatedFactors and has_factor_category some HardFactor’ alle 32 harten Einflussfaktoren der Adhärenzdimension patientenbezogene Faktoren zurück – 19 direkte Subklassen, 13 indirekte Subklassen.

Tabelle 4-8: Generische DL-Queries zur Abfrage von OnTARi

Frage	Generische DL-Queries
1	[AdherenceDimension]
2	AdherenceFactors and has_factor_category some HardFactor
3	[AdherenceDimension] and has_factor_category some HardFactor
4	AdherenceFactors and is_particular_relevant_in some [RehabilitationType]
5	[AdherenceDimension] and has_factor_category some HardFactor and is_particular_relevant_in some [RehabilitationType]
6	AdherenceFactors and influences some [AdherenceFactor]

Neben der direkten Verwendung als Wissensbasis in Protégé kann OnTARi auch in Form eines IR-Systems oder sogar als Wissensmanager in Medizinischen Assistenzsystemen eingesetzt werden. Für die Einbindung von OnTARi in eine Applikation bzw. Umsetzung als eigenständiges IR-System kann die bereits in Protégé erzeugte OWL-Datei verwendet werden. Diese ist vor der Weiterverarbeitung zu bereinigen und in eine ABox und TBox aufzuteilen. Während die TBox das terminologische Wissen der Ontologie bereitstellt, d. h. Wissen über Klassen und Relationen, beinhaltet die ABox jegliches Wissen über konkrete Instanzen [257]. Mit Hilfe entsprechender Frameworks, wie Apache Jena oder Java OWL-API, können die OWL-Dateien schließlich in die Implementierung integriert werden und dort als Wissensbasis dienen. Eine beispielhafte Klassenspezifikation in OWL inkl. Relationen ist Abbildung 4-10 zu entnehmen.

```
<!-- http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#Perceptivity -->
<owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#Perceptivity">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#PsychologicalFunctioning"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#influences"/>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#BeliefsInTheNecessityOfTherapy"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#is_particular_relevant_in"/>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="http://www.semanticweb.org/biancaoppermann/ontologies/2020/5/OnTARi#NeurologicalRehabilitation"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <OnTARi:Definition_EN rdf:datatype="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal">Describes a person's ability of having or showing keenness of insight, understanding, or intuition.</OnTARi:Definition_EN>
  <OnTARi:Translation_GER rdf:datatype="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal">Wahrnehmungsfähigkeit</OnTARi:Translation_GER>
</owl:Class>
```

Abbildung 4-10: Ausschnitt der OWL-Klassenspezifikation am Beispiel der Wahrnehmungsfähigkeit

4.4.3 Diskussion der Patientenebene

Eine Vielzahl von Faktoren kann Einfluss auf die Therapieadhärenz nehmen. Grundsätzlich wird zwischen fünf Arten von Adhärenzfaktoren unterschieden: patientenbezogenen, sozioökonomischen, therapiebezogenen, gesundheitszustandsbezogenen und gesundheitssystembezogenen. Ob und wie sich ein Faktor auf die Adhärenz auswirkt, ist stets abhängig vom betreffenden Individuum. Die entwickelte Ontologie OnTARi bietet daher einen umfangreichen generischen Überblick über mögliche Adhärenzfaktoren in Rehabilitationsprozessen ($n=227$) sowie deren gegenseitige Beeinflussung ($n=114$). Einzelne Adhärenzfaktoren können auf Basis der durchgeführten Literaturrecherche typischen Leistungsbereichen der Rehabilitation zugeordnet werden, wie der kardiologischen, neurologischen oder orthopädischen Rehabilitation. OnTARi ist sowohl für die Entwicklung und Anpassung konventioneller Interventionen als auch DiGA einsetzbar. Potentielle Adhärenzfaktoren einzelner Patienten bzw. Patientengruppen können über DL-Queries einfach identifiziert und schließlich gezielt adressiert werden.

In die Ermittlung möglicher Adhärenzfaktoren wurden neben vielversprechender Kernliteratur und etablierten Theorien und Modellen des Gesundheitsverhaltens systematische Reviews und Meta-Analysen einbezogen. Es fand keine separate Analyse von Studien zum Thema Adhärenz und Motivation in der Rehabilitation statt. Vielmehr wurde davon ausgegangen, dass diese bereits über die Reviews abgebildet werden. Während der Titel- und Abstractsichtung zeigte sich jedoch, dass vereinzelt weitere Studien existieren, die nicht über die identifizierten Reviews abgedeckt sind. Eine stichprobenartige Analyse dieser Studien lässt jedoch darauf schließen, dass diese aufgrund der großen bereits zur Verfügung stehenden Datenbasis der Reviews nur wenig neue Erkenntnisse, d. h. weitere Adhärenzfaktoren, liefern (*Datensättigung*).

Gemäß El-Sappagh et al. [247] sind bei der Entwicklung von Ontologien eine Vielzahl von Qualitätskriterien zu berücksichtigen. So wurde auch OnTARi systematisch auf Basis von Standardwissen unter Verwendung von bestehenden Terminologien und Wiederverwendung der OPTImAL-Ontologie entwickelt und entsprechend als Open-Source-Software zur Wiederverwendung zur Verfügung gestellt. Wie viele andere Ontologien basiert OnTARi jedoch nicht auf einer konsolidierten Top-Level Ontologie [247]. Auch in Bezug auf die Vollständigkeit des Inhalts weist OnTARi Schwachstellen auf, insbesondere hinsichtlich der implementierten Instanzen. Während die Vollständigkeit bei den implementierten Klassen (Adhärenzfaktoren) durch zwei unabhängige Reviewer geprüft wurde, fand eine derartige Evaluation bei den Instanzen nicht statt. Hier wurden von vorneherein nur die in der Literatur identifizierten Instanzen und typische Ausprägungen einer Klasse hinterlegt, bspw. beim Alter, Geschlecht und der Nationalität. Es wurde kein Anspruch auf Vollständigkeit gestellt, da zunächst lediglich potentielle Adhärenzfaktoren abgebildet werden sollten. Konkrete Patientenprofile und die dafür benötigten Instanzen sind entsprechend in zukünftigen Arbeiten zu ergänzen.

In Bezug auf die in OnTARi implementierten Relationen zwischen Adhärenzfaktoren lässt sich festhalten, dass lediglich explizit in der identifizierten Literatur genannte Zusammenhänge und Abhängigkeiten abgebildet wurden. Es fand keine Ergänzung eigener bzw. offensichtlicher Relationen zwischen den Einflussfaktoren statt, um Evidenz zu gewährleisten. Gleichzeitig

setzt dies aber auch die Aussagekraft herab. So ist bspw. nicht klar, ob es sich bei einer implementierten ‘influences’-Relation, um einen positiven oder negativen Einfluss auf die Therapieadhärenz handelt. Denkbar wäre es daher, die ‘influences’-Relation in zukünftigen Arbeiten um die Sub-Relationen ‘increases’ und ‘decreases’ zu erweitern. Sollten die Effekte eines Adhärenzfaktors bekannt sein, sich bspw. aus wissenschaftlichen Theorien und Untersuchungen ableiten lassen, wäre mit Hilfe von OnTARi somit auch eine Differenzierung von Prädiktoren und Förderfaktoren im Rehabilitationsprozess auf der Ebene der Individuals möglich.

Zwar nimmt OnTARi über die ‘is_particular_relevant_in’-Relation eine Zuordnung von Adhärenzfaktoren zu typischen Leistungsbereichen der Rehabilitation vor, jedoch findet keine Unterscheidung zwischen der akuten und chronischen Rehabilitationsphase statt. Obgleich die Klasse *RehabilitationPhase* die Voraussetzung hierzu schafft, sind in OnTARi keine entsprechenden Relationen enthalten. Ein Grund hierfür ist die geringe Datenbasis hinsichtlich der für die unterschiedlichen Rehabilitationsphasen typischen Adhärenzfaktoren. Zwar deutet Zinn in ihrer Arbeit mehrfach an, dass in der akuten Rehabilitationsphase andere Adhärenzfaktoren auf ein Individuum wirken als in der chronischen Phase, jedoch geht sie hierauf nicht detaillierter ein. Ohne weitere Forschung auf diesem Fachgebiet ist somit keine valide Abbildung derartiger Relationen zur Zuordnung einzelner Adhärenzfaktoren zu den Rehabilitationsphasen möglich.

Der generische Charakter von OnTARi lässt bisher nur eine implizite Abbildung von Patientenprofilen zu. Klar ist, dass je mehr Informationen über einen Patienten zur Verfügung stehen, insbesondere über patientenbezogene Adhärenzfaktoren, desto spezifischer kann das Patientenprofil herausgearbeitet werden und desto gezielter können die identifizierten Adhärenzfaktoren adressiert werden. Im Umkehrschluss muss aber auch ein Minimal-Set an Informationen zum Patienten zur Verfügung stehen, um patientenspezifische Abfragen an OnTARi stellen zu können. Hierzu zählen u. a. demographische Informationen, wie das Alter und das Geschlecht, indikationsspezifische Informationen, wie die Diagnose, Dauer der Therapie und bisher durchgeführte Maßnahmen, sowie das aktuelle Adhärenz- und Motivationslevel.

Ein IR ist zurzeit lediglich über DL-Queries möglich. Die Verwendung dieser simplen prädikatenlogischen Ausdrücke ermöglicht es schnell und einfach einen Überblick über potentielle Adhärenzfaktoren zu erhalten, insbesondere über harte Adhärenzfaktoren in bestimmten Leistungsbereichen. Mächtigere Abfragesprachen, wie die *Protocol And Resource Description Framework Query Language* (SPARQL), bieten die Möglichkeit Abfragen unter Berücksichtigung des individuellen Patientenprofils zu stellen. Die Verwendung dieser Abfragen in Protégé ist jedoch gerade für Nicht-Informatiker überaus komplex. In zukünftigen Arbeiten sollte daher eine geeignete GUI (*Frontend*) implementiert werden, um einen einfacheren Zugriff auf OnTARi zu ermöglichen. Über diese Benutzerschnittstelle könnten u. a. Patientendaten zur Beschreibung des Patientenprofils schrittweise dokumentiert und leicht abgefragt werden.

4.5 Gamificationebene

Gemäß Sailer ist „*Gamification [...] ein Prozess der spielerischen Gestaltung von Aktivitäten in einem spielfremden Kontext durch die Verwendung von Spiel-Design-Elementen*“ [52]. Diese Definition verdeutlicht, dass bei der Umsetzung von Gamification, gleich in welchem Kontext,

nicht nur die adäquate und auf die Zielgruppe ausgerichtete Auswahl und Umsetzung von Spiel-Design-Elementen eine Rolle spielt, sondern auch der Prozess der spielerischen Gestaltung selbst. Dieser lässt sich über sogenannte *Playability Heuristiken* und *Frameworks zur Gamificationgestaltung* beschreiben, die die Rahmenbedingungen für das Design spielerischer Ansätze definieren. Zur Umsetzung des Dienstes *Motivation durch Gamification* ist es erforderlich, gängige Spiel-Design-Elemente zu identifizieren, ihre generelle Wirkung unter Berücksichtigung etablierter Motivationstheorien zu ermitteln, ihren konkreten Nutzen zur Adhärenzsteigerung in Rehabilitationsprozessen bei Betrachtung einzelner Adhärenzfaktoren zu analysieren sowie die Rahmenbedingungen zur Entwicklung zu beschreiben. Ziel ist es, ein theoretisches Framework bereitzustellen, das der sinnvollen Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen zur Adressierung spezifischer Adhärenzfaktoren unter Berücksichtigung der Anforderungen der Zielgruppe, Personen mit Rehabilitationsbedarf, dient.

4.5.1 *Identifikation gängiger Spiele-Design-Elemente*

Es existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Ansätze zur Charakterisierung von Spiel-Design-Elementen, den Grundbausteinen jeder spielerischen Anwendung, „*die je nach Form und Darstellung in unterschiedlicher Art und Weise auf den Nutzer wirken*“ [52]. Zu den bekanntesten Modellen zählen die *Spiele-Elemente-Hierarchie* nach Werbach & Hunter und die *fünf Abstraktionsebenen von Spiel-Design-Elementen* nach Deterding & Dixon [21]. Eine einheitliche Sammlung und inhaltliche Strukturierung von Spiel-Design-Elementen scheint nicht zu existieren. Daher wird als Basis für diese Arbeit, die Spiele-Elemente-Hierarchie verwendet und entsprechend weiterer Modelle und Frameworks ergänzt. Ziel ist es, eine möglichst umfangreiche Sammlung und Charakterisierung an Spiel-Design-Elementen, insbesondere Spiele-Komponenten, bereitzustellen, ohne dabei Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Spiele-Elemente-Hierarchie, Werbach & Hunter 2012 [53]

Gemäß dem Framework von Werbach & Hunter lassen sich Spiel-Design-Elemente in drei aufeinander aufbauende Ebenen einordnen [53]. Die oberste und abstrakteste Ebene bilden die Spiele-Dynamiken. Sie repräsentieren die einem Spiel zugrunde liegenden konzeptuellen Strukturen bzw. Erfahrungen, wie z. B. *Emotionen*, *Beziehungen* oder *Einschränkungen*, die subjektiv auf einen Nutzer einwirken und gewisse Motive befriedigen, wie das Bedürfnis nach sozialem Austausch, oder das Streben nach Wissen [53], [258]. Da sie nicht direkt in eine Anwendung implementiert werden können, erfolgt die Realisierung durch die auf der darunter liegenden Ebene befindlichen Spiele-Mechaniken [53]. Diese bilden die grundlegenden Prozesse einer spielerischen Anwendung ab, wie z. B. *Feedback*, *Belohnungen* oder *Herausforderungen* [53]. So muss bspw. eine spezifische Aufgabe gelöst werden (*Herausforderung*), damit ein Fortschritt oder Ziel im Spiel erreicht werden kann. Je nach Form und Gestaltung (*Design*) dieser Spiele-Mechaniken werden unterschiedliche Spiele-Dynamiken adressiert. Zur Umsetzung in einer Anwendung sind konkrete Spiele-Komponenten zu implementieren [53]. Verwendung finden dabei u. a. einfache Spiele-Komponenten, wie *Punkte*, *Abzeichen* oder *Rang-*

und *Bestenlisten*, aber auch komplexere Komponenten, wie *Avatare*, *Teams* oder *Bosskämpfe* [53]. Insgesamt beschreiben Werbach & Hunter auf diese Art und Weise 16 zentrale Spiele-Komponenten, neun Spiele-Mechaniken und fünf Spiele-Dynamiken (Tabelle 4-9).

Tabelle 4-9: Spiel-Design-Elemente nach Werbach & Hunter [53]

Spiele-Komponenten		
<ul style="list-style-type: none"> • Erfolge • Avatare • Punkte • Abzeichen • Endgegner • Teams 	<ul style="list-style-type: none"> • Sammlungen • Kämpfe • Freischalten von Inhalten • Schenken und Tauschen • Integration von sozialen Medien • Rang- und Bestenlisten 	<ul style="list-style-type: none"> • Levels • Erfahrungspunkte • Aufgaben • Virtuelle Güter
Spiele-Mechaniken		
<ul style="list-style-type: none"> • Herausforderung • Chance/Zufall • Wettbewerb 	<ul style="list-style-type: none"> • Feedback/Status • Sammeln von Gegenständen • Rundenbasiertes Spiel 	<ul style="list-style-type: none"> • Belohnungen • Transaktion/Tausch • Gewinnzustand
Spiele-Dynamiken		
<ul style="list-style-type: none"> • Beschränkung • Emotion 	<ul style="list-style-type: none"> • Narrative Elemente • Fortschritt 	<ul style="list-style-type: none"> • Beziehung

Abstraktionsebenen von Spiel-Design-Elementen, Deterding & Dixon 2011 [21]

Gemäß Deterding & Dixon lassen sich Spiel-Design-Elemente in fünf Abstraktionsebenen vom Konkreten zum Abstrakten beschreiben. Die oberste und konkreteste Ebene bilden Schnittstellen-Elemente (*game interface design patterns*). Bei diesen handelt es sich um Elemente, die direkt vom Nutzer wahrgenommen werden können, wie *Abzeichen*, *Ranglisten* oder *Level*. Sie sind äquivalent zu den von Werbach & Hunter definierten Spiele-Komponenten zu sehen.

Auch die auf der darunterliegenden Ebene befindlichen Spiele-Mechanismen (*game design patterns and mechanics*) entsprechen ihrer Definition nach den Spiele-Mechaniken nach Werbach & Hunter. Sie beschreiben die Funktionsweise der Schnittstellen-Elemente und die damit verbundene Beeinflussung des Spielerlebnisses. Hierzu zählen u. a. *Zeitbeschränkungen*, *begrenzte Ressourcen* und (*narrative*) *Wendungen*.

Die dritte Ebene bilden die Spiele-Grundsätze (*game design principles and heuristics*). Diese werden zwar häufig mit den Spiele-Dynamiken gleichgesetzt, beschreiben aber noch deutlicher die konzeptuellen Strukturen, die einer Anwendung zugrunde liegen, statt lediglich den Auswirkungen, die sie auf den Nutzer haben. So sind in einer spielerischen Anwendung bspw. Ziele klar zu definieren oder auch verschiedene Spielstile zu verwenden, um ein bestmögliches Spielerlebnis zu erreichen. Spiele-Grundsätze sind nicht nur für den Nutzer erlebbar, sondern richten sich auch an die Entwickler. Ebenso verhält es sich mit den zwei übrigen Ebenen des Abstraktionsmodells. Spiele-Modelle (*game models*) als vierte Ebene beschreiben die konzeptuellen Methoden und Ansätze, auf denen die Umsetzung der Spiele-Komponenten beruht und mit denen das Spielerlebnis gesteuert wird. Hier ist bspw. das Mechanics-Dynamics-Aesthetics Framework (MDA) von Hunicke et al. [259] zu nennen, das Entwickler dazu auffordert verschiedene Spiele-Mechaniken zu kombinieren, um damit beim Nutzer emotionale Reaktionen wie *Fantasie* oder *Neugierde* anzuregen.

Die letzte und abstrakteste Ebene bilden die Spiel-Design-Methoden (*game design methods*). Sie richtet sich direkt an die Entwickler einer spielerischen Anwendung, indem sie typische Verfahren und Prozesse zur Spieleentwicklung beschreibt, wie die bewusste Spielgestaltung oder das Testen. Für die Entwicklung eines theoretischen Frameworks, das die adäquate Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen zur Adhärenzsteigerung in Rehabilitationsprozessen unterstützt, ist diese Ebene nicht von Bedeutung. [21]

Unstrukturierte Auflistungen von Spiel-Design-Elementen

Neben den bereits genannten gut strukturierten Sammlungen gängiger Spiel-Design-Elemente existiert eine Vielzahl unstrukturierter Auflistungen. Am wohl bekanntesten sind die Sammlungen von Koch et al. [22], Reeves & Read [260] und Kapp [261]. Diese betrachten jeweils subjektiv als besonders charakteristisch und/oder effizient für Spiele bzw. den Spielablauf eingestufte Spiel-Design-Elemente. Dabei findet keine Unterscheidung zwischen Spiele-Komponenten, -Dynamiken und -Mechaniken statt. Unter Berücksichtigung der Spiele-Elemente-Hierarchie lassen sich dennoch folgende Spiele-Komponenten identifizieren: *Quests, Zeit, Marktplätze und Wirtschaftssysteme (Handel), Countdowns, Fortschrittsanzeigen, Story(line) und kaskadierende Information*. Hinzu kommen die Spiele-Mechaniken *Überraschung, Zeitdruck, Kooperation, Entwickeln/Organisieren* und *individuelles Lenen*. Auch bzgl. der konzeptuellen Strukturen eines Spiels, d. h. den Spiele-Dynamiken, können die genannten Arbeiten einen Beitrag leisten. So sind *Ansehen, Konflikt* und *Ästhetik* als weitere charakteristische Elemente einer spielerischen Anwendung anzusehen. [22], [260], [261]

4.5.2 Motivationstheorien zur Beschreibung der Wirkung von Gamification

Wie bereits in Unterabschnitt 4.4.1.4 angegeben, lässt sich Motivation gemäß dem Überblickmodell der Motivationsforschung durch patientenbezogene und situative Faktoren beschreiben [43]. Dabei führt die Kombination und Interaktion von Bedürfnissen, Motiven und Zielen (*Person*) sowie Gelegenheiten und Anreizen (*Situation*) zu einer Handlung, z. B. der regelmäßigen Wahrnehmung von Maßnahmen im Rehabilitationsprozess [43]. Bei der Untersuchung von Gamification in der Motivationsforschung wird sich genau diese Interaktion zwischen patientenbezogenen und situativen Faktoren zunutze gemacht. So können Spiel-Design-Elemente als Anreize eingesetzt werden, die die (soziale) Umwelt bzw. Situation adaptieren und, entsprechend der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Self-Determination Theory, SDT), auf die Motivation einer Person einwirken [108]. Während übliche Anreizmechanismen zumeist auf die Erhöhung extrinsischer Motivation abzielen, bspw. durch finanzielle Vorteile bei der Führung von Bonusheften, hat Gamification das Potential auch die intrinsische Motivation zu beeinflussen [258]. Im Fokus stehen dabei vier Mechanismen, die sich positiv auf die intrinsische Motivation auswirken: (1) die Steigerung von Zufriedenheit, (2) die Vermittlung von Optimismus, (3) das Ermöglichen von sozialer Interaktion und (4) die Vermittlung von Bedeutung [258]. Optimismus zum erfolgreichen Absolvieren der Therapie sowie Verständnis über die Notwendigkeit der kontinuierlichen und langfristigen Wahrnehmung rehabilitativer Maßnahmen, stellen zentrale Faktoren in Bezug auf die Adhärenz in Rehabilitationsprozessen dar (vgl. Unterabschnitt 4.4.1). Als Teil der Situation in der sich eine Person befindet, kann der

sinnvolle Einsatz von Gamification somit grundsätzlich das Verhalten einer Person, d. h. deren Handlungen beeinflussen. Wie einzelne Spiel-Design-Elemente auf eine Person wirken, ist dabei nicht nur von der konkreten Umsetzung der Spiel-Design-Elemente abhängig, sondern auch vom individuellen Nutzer, d. h. seiner Persönlichkeit im Zusammenhang mit den jeweiligen Motiven, die durch Spiel-Design-Elemente adressiert werden können. Welche Motive dies im Einzelnen sind, lässt sich durch verschiedene Bedürfnistheorien darstellen.

Maslows Bedürfnispyramide, Maslow 1943 [262]

Die Bedürfnispyramide nach Maslow zählt zu den bekanntesten, aber auch umstrittensten Motivationstheorien. Sie geht von der Grundannahme aus, dass jeder Mensch durch fünf, den tieferen Instinkten sehr ähnliche, Bedürfnisklassen motiviert werden kann. Die Erfüllung der Bedürfnisse ist hierarchisch aufgebaut. Somit können die Wachstumsbedürfnisse *Selbstverwirklichungsbedürfnis*, *Wertschätzungsbedürfnis* und *soziale Bedürfnisse* erst erfüllt werden, wenn die jeweils darunterliegende Klasse und insbesondere die Defizitbedürfnisse *Sicherheitsbedürfnis* und *physiologische Bedürfnisse* bereits befriedigt wurden. Physiologische Bedürfnisse nach Selbsterhaltung, wie Essen, Trinken und Schlafen, gelten als stärkste Bedürfnisklasse. Dem folgt das Bedürfnis nach Sicherheit, d. h. einer „berechenbaren, sicheren, stabilen und strukturierten Umgebung“ [263]. Sind diese Bedürfnisse erfüllt, kommen soziale Bedürfnisse nach „Zugehörigkeit, Zuwendung, Akzeptanz und Liebe durch andere“ [263] sowie das damit verbundene Wertschätzungsbedürfnis nach Respekt und Anerkennung, entweder durch sich selbst oder andere, hinzu. Hierbei spielen auch persönliche Erfolge eine Rolle. Das am schwersten zu befriedigende Bedürfnis ist die Selbstverwirklichung. Sie beschreibt das Verlangen einer Person, die eigenen Fähigkeiten adäquat einzusetzen, um das Bestmögliche aus sich herauszuholen (*Freiheit zur Entfaltung*). Die sich ableitenden Konsequenzen für den Gamification-Einsatz sind Tabelle 4-10 zu entnehmen. [262], [263]

Tabelle 4-10: Die Bedeutung der maslowschen Bedürfnispyramide für den Einsatz von Gamification

Bedürfnis	Bedeutung für den Einsatz von Gamification
<i>Selbstverwirklichungsbedürfnis</i>	Bei der Umsetzung von Spiel-Design-Elementen sind dem Nutzer Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten zu bieten. Spiele-Komponenten, wie Aufgaben, Kämpfe und Endgegner, zur Umsetzung von Herausforderungen sind an die persönlichen Fähigkeiten des Nutzers anzupassen.
<i>Sicherheitsbedürfnis</i>	Spiele-Komponenten, wie Regeln, Stories und kaskadierende Information, können eingesetzt werden, um den Nutzer eine stabile und strukturierte Umgebung zu bieten.
<i>Soziale Bedürfnisse</i>	Spiele-Komponenten, wie Teams und soziale Medien, können eingesetzt werden, um dem Nutzer Zugehörigkeit, Zuwendung und Akzeptanz zu vermitteln.
<i>Wertschätzungsbedürfnis</i>	Spiele-Komponenten, wie Erfolge, Abzeichen und Punkte, können Anerkennung durch Belohnungen vermitteln.

ERG-Theorie, Alderfer 1985 [263]

Die größte Kritik an Maslow's Bedürfnispyramide sind fehlende Untersuchungen zur Evidenz der beschriebenen Annahmen. Dies versuchte Alderfer 1974 mit der ERG-Theorie (Existence, Relatedness, Growth) nachzuholen. Er definiert lediglich drei Bedürfnisklassen *Existenzbedürf-*

nisse, Beziehungsbedürfnisse und *Wachstumsbedürfnisse*, die im Kern den fünf Bedürfnisklassen nach Maslow entsprechen. Diese sind zwar ebenfalls hierarchisch aufgebaut, jedoch ist es ebenso möglich Bedürfnisse parallel zu adressieren. Die ERG-Theorie verdeutlicht damit, dass die Bedürfnisbefriedigung vom Individuum abhängig ist und jeder Mensch anders auf die Befriedigung bzw. Nichtbefriedigung eines Bedürfnisses reagiert. [263]

Bei der Anwendung von Spiel-Design-Elementen ist folglich darauf zu achten, Variabilität in den eingesetzten Spiele-Mechaniken und -Dynamiken zu schaffen, um unterschiedliche Bedürfnisse parallel adressieren zu können. Dabei sollten dem Nutzer Wahlmöglichkeiten gegeben werden, um entsprechende Bedürfnisse möglichst individuell befriedigen zu können.

Selbstbestimmungstheorie der Motivation, Deci & Ryan 1985 [107]

Die SDT zählt zu den weitverbreitetsten psychologischen Motivationstheorien, die sich mit den Konzepten der intrinsischen und extrinsischen Motivation befasst. Sie beschreibt das Streben nach Wachstum und drei angeborene Grundbedürfnisse des Menschen als Voraussetzung für intrinsische Motivation und psychische Gesundheit [107]. Hierzu wird die SDT fortlaufend durch empirische Untersuchungen weiterentwickelt und ergänzt. Aktuell besteht die Theorie aus sechs Subtheorien, die auf vier metatheoretischen Grundannahmen basieren:

1. Menschen sind von Natur aus proaktiv.
2. Proaktivität führt zum Streben nach Wachstum und sozialer Entwicklung.
3. Wachstum, Integration, soziale Entwicklung und persönliches Wohlbefinden sind nur durch die Befriedigung dreier Grundbedürfnisse zu erzielen: Kompetenz, Autonomie, soziale Eingebundenheit.
4. Diese Grundbedürfnisse sind durch den sozialen Kontext, die Umwelt, beeinflussbar – positiv wie auch negativ (*Bedürfnis-Frustration*).

Die drei Grundbedürfnisse stellen einen essentiellen Bestandteil der SDT dar und sind Basis der einzelnen Subtheorien: Theorie der psychologischen Grundbedürfnisse, Theorie der kognitiven Evaluation, Theorie der organismischen Integration, Theorie der Kausalorientierungen, Theorie der Zielorientierung und Theorie der Beziehungsmotivation.

Die Theorie der psychologischen Grundbedürfnisse (*Basic Psychological Need Theory*, BNT) beschäftigt sich ausgehend von Maslows Bedürfnispyramide mit der Definition und der grundsätzlichen Wirkung der psychologischen Grundbedürfnisse *Kompetenz*, *Autonomie* und *soziale Eingebundenheit* auf das menschliche Verhalten und soziale Wohlbefinden. Demnach kann eine Person nur durch gleichzeitige Befriedigung dieser Bedürfnisse einen Zustand von Integrität, Gesundheit und Wohlbefinden erreichen, die sogenannte *Eudaimonie*. Kompetenz beschreibt das Erleben einer Person fähig zu sein, etwas zu tun. Sie lässt sich durch positives, leistungsbezogenes sowie informatives Feedback, angemessene Herausforderungen und Transparenz bei den Anforderungen an eine Handlung fördern. Autonomie definiert sich durch das Erleben einer Person von Kontrolle. Für ein hohes Autonomieempfinden ist es daher notwendig, dass eine Person das Gefühl hat, selbstbestimmt zu handeln. Voraussetzung hierfür ist, dass die Handlung im „*Einklang mit den eigenen Werten und Interessen*“ [108] steht. Fördern lässt sie sich durch Auswahlmöglichkeiten bzw. wahrgenommene Entscheidungsfreiheit, Handlungsbedeutsamkeit, informatives Feedback und persönlichem Respekt, bspw. von einem

Therapeuten gegenüber dem Patienten. Dabei spielt auch die soziale Eingebundenheit, also das Bedürfnis einer Person nach „Zuwendung, Akzeptanz, Fürsorge und Rücksicht bei der Interaktion mit anderen Personen oder Personengruppen“ [108] eine Rolle, die nur durch Anerkennung und Wertschätzung erreicht werden kann. [107], [108]

Die kognitive Evaluationstheorie (*Cognitive Evaluation Theory*, CET) dient zur Erklärung unterschiedlich starker Ausprägungen von intrinsischer Motivation (*Variabilität*). Durch Ermittlung sozialer und umweltbedingter Faktoren, die einen Einfluss auf die Kompetenz und Autonomie einer Person haben, wird deren Wirkung auf die intrinsische Motivation beschrieben. Bspw. führen soziale Ereignisse, wie positives Feedback oder Belohnungen, zu mehr Kompetenzerleben. Dies mündet wiederum in einer erhöhten intrinsischen Motivation, ein bestimmtes Verhalten zu zeigen. Jedoch können derartige Ereignisse auch zu einer Verminderung der Kompetenz führen, bspw. bei negativen Feedback oder überfordernden Aufgaben. Letztendlich kann das Kompetenzerleben nur dann positiv auf die intrinsische Motivation wirken, wenn gleichzeitig Autonomie vorliegt. So können Deadlines und auferlegte Ziele zu einer Verminderung der intrinsischen Motivation führen, da eine externe Kontrolle gegeben ist, die das Autonomieempfinden herabsetzt. Damit tritt der sogenannte Korrumpierungseffekt ein. [107]

Die Theorie der organismischen Integration (*Organismic Integration Theory*, OIT) beschreibt die Qualität extrinsischer Motivation als ein Kontinuum unterschiedlicher Motivationsarten. Hierzu unterscheidet sie ausgehend von Amotivation vier Formen extrinsischer Motivation, die schließlich in intrinsischer Motivation münden. In Abhängigkeit der wahrgenommenen Kontrolle und des Autonomieempfindens kann sich aus *externaler*²⁰ und *introjezierter*²¹ extrinsischer Motivation *identifizierte*²² und *integrierte*²³ extrinsische Motivation entwickeln. Einfluss nehmen dabei sowohl frühere Erfahrungen als auch aktuelle situative Faktoren. Insgesamt gilt, je weniger sich eine Person durch externe Vorgaben kontrolliert fühlt, je mehr sie die Notwendigkeit zur Durchführung einer Handlung akzeptiert und diese in ihr Leben integriert und je mehr Spaß und Freude sie an dieser Handlung entwickelt, desto eher ist sie motiviert diese Handlung auch langfristig auszuführen. [107]

Die sich aus den Subtheorien ableitenden Konsequenzen sind Tabelle 4-11 zu entnehmen.

Tabelle 4-11: Bedeutung der Selbstbestimmungstheorie der Motivation für den Einsatz von Gamification

Subtheorie	Bedeutung für den Einsatz von Gamification
<i>Theorie der organismischen Integration</i>	Spiel-Design-Elemente, wie Punkte oder Feedback, stellen eine Art der externalen Regulation dar.
	Beim Einsatz ist auf ein Gleichgewicht zwischen externaler Regulation und Autonomie zu achten.
	Spiel-Design-Elemente sollten dazu beitragen, die Notwendigkeit einer Handlung zu erkennen (identifizierte extrinsische Motivation).
	Entwicklung von Spaß und Freude an einer Handlung durch Spiel-Design-Elemente ist wichtig, um schließlich aus extrinsischer intrinsische Motivation zu entwickeln.

²⁰ Handlung wird aufgrund externer Regularien ausgeführt – Schulnoten, Gehalt, Bonushefte.

²¹ Handlung wird aus Pflicht- und Schuldgefühl ausgeführt – Versprechen das Training auszuführen.

²² Die Notwendigkeit der Handlung wurde anerkannt – Training ist notwendig um Zustand zu verbessern.

²³ Die Handlung steht im Einklang mit dem eigenen Leben – regelmäßiges Training ist in den Alltag integriert.

Fortsetzung Tabelle 4-11: Bedeutung der Selbstbestimmungstheorie der Motivation für den Einsatz von Gamification

Subtheorie	Bedeutung für den Einsatz von Gamification
<i>Theorie der psychologischen Grundbedürfnisse</i>	Feedback sollte stets positiv, leistungsbezogen und informativ sein, um das Kompetenzerleben zu stärken.
	Bei der Umsetzung von Feedback ist auf angemessene Herausforderungen sowie Transparenz in Bezug auf die Anforderungen an eine Handlung zu achten.
	Auswahlmöglichkeiten bzw. wahrgenommene Entscheidungsfreiheit sind einzusetzen, um das Autonomieempfinden zu stärken.
	Spiele-Komponenten, wie Aufgaben und Marktplätze, sollten einen spezifischen Zweck verfolgen, um Handlungsbedeutsamkeit zu vermitteln und damit das Autonomieempfinden zu stärken.
	Spiel-Design-Elemente, wie Teams, Kooperation und soziale Medien zur Adressierung von Beziehungen, können dazu beitragen die soziale Eingebundenheit zu fördern, indem sie Zuwendung, Akzeptanz, Fürsorge und Rücksicht vermitteln.
	Bei der Umsetzung, der Spiele-Dynamik Beziehung ist darauf zu achten, Anerkennung und Wertschätzung in den Vordergrund zu stellen (<i>warmer Kontext</i>).
<i>Kognitive Evaluationstheorie</i>	Stärkung des Kompetenzerlebens durch Spiele-Mechaniken, wie Feedback, Belohnung oder Zeitdruck, ist möglich.
	Zur Vermeidung des Korrumpierungseffekts ist ein Gleichgewicht zwischen externer Verhaltenskontrolle, in Form belohnender und bestrafender Spiel-Komponenten, und Autonomie zu wahren.

Köhler-Effekt, Köhler 1920 [264]

Der Köhler-Effekt stellt ein Phänomen aus der Sozialpsychologie dar, welches sich mit dem Einfluss von Gruppen auf ein Individuum beschäftigt. Vom Köhler-Effekt spricht man, wenn ein leistungsschwaches Mitglied einer Gruppe auf Grund der Leistung eines stärkeren Mitglieds motiviert wird, sich mehr anzustrengen als individuell, um das leistungsstärkere Mitglied zu erreichen. Damit nimmt das leistungsstärkere Mitglied eine Vorbildfunktion ein. Der Köhler-Effekt tritt jedoch nur ein, wenn der Leistungsgradient zwischen stärkstem und schwächstem Mitglied nicht zu hoch ist. Ist dies doch der Fall, kann es zu Demotivation kommen. [264]

Durch eine gezielte Gruppenzusammenstellung in Form von Teams oder Rang- und Bestenlisten ist es möglich, Verhaltensänderungen der Personen in dieser Gruppe zu forcieren. Ranglisten sollten daher in eigenständige Bereiche (Ligen) untergliedert werden, in denen der Leistungsgradient zwischen den Nutzern gering aber dennoch motivierend bleibt.

4.5.3 Spiel-Design-Elemente und ihre Wirkung

Eine Reihe von Autoren hat sich bereits mit der Untersuchung der Wirkung von Gamification auf die Motivation beschäftigt. Eine der herausragendsten Arbeiten ist die Dissertation von Sailer [108]. In dieser setzt er sich intensiv, sowohl theoretisch als auch empirisch, mit der Analyse der Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung im Kontext manueller, arbeitsbezogener Prozesse auseinander. Aufbauend auf der theoretischen Grundlage der SDT beschreibt er die Wirkungsmechanismen einzelner Spiele-Komponenten und -Dynamiken auf die drei psychologischen Grundbedürfnisse *Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit*. Auf der

Basis dieser Dissertation werden ausgewählte Spiele-Komponenten analysiert und deren mögliche Wirkung vor dem Hintergrund etablierter Motivationstheorien (Unterabschnitt 4.5.2) beschrieben. Generell gilt, dass einzelne Spiele-Komponenten und -Mechaniken, je nach Ausgestaltung, unterschiedliche Spiele-Dynamiken auslösen können und damit andere Motive bzw. Bedürfnisse adressiert werden können [265]. Weiterhin gilt, dass nur dann psychologische Bedürfnisse befriedigt bzw. adressiert werden können, wenn ein Nutzer die entsprechenden Dienstleistungen mit denen die Spiel-Design-Elemente verknüpft sind, freiwillig verwendet [258]. In den nachfolgenden Ausführungen sind, soweit wie möglich, pro Spiele-Komponente die realisierbaren Spiele-Mechaniken und -Dynamiken sowie die adressierbaren Motive (*Wirkung*) angegeben (Details siehe Anhang 3, S. 195). Die Ergebnisse dieser Analysen wurden für eine bessere Übersichtlichkeit in der eigenständigen Ontologie ‘An Psychological Perspective on Game-Design-Elements’ (PsychoGame) abgebildet. PsychoGame ist unter folgender URL abrufbar: <https://github.com/PLRI/PsychoGame>.

4.5.3.1 Abzeichen und Erfolge

Abzeichen oder Badges sind visuelle Repräsentationen der Erfolge (*Achievements*) eines Individuums in einer spielerischen Anwendung, z. B. durch Trophäen, Medaillen oder Fahnen. Erfolge als Voraussetzung für den Erwerb von Abzeichen können sich auf unterschiedliche Weise bilden: Eine bestimmte Anzahl gesammelter Punkte, die Ausführung einer Aktivität mit einem definierten Leistungsniveau oder der Abschluss einer bestimmten Aktivität, Aufgabe oder Mission. In Bezug auf die Erfolge für die ein Abzeichen gesammelt werden kann, sind der Kreativität kaum Grenzen gesetzt, was eine hohe Flexibilität in der Umsetzung und im Einsatz mit sich bringt [53]. Insgesamt ist aber darauf zu achten, dass der Schwierigkeitsgrad zum Erwerb eines Abzeichens der zugrundeliegenden Aufgabe entspricht. Weiterhin muss vom Nutzer immer eine angemessene Anzahl an Abzeichen in einem bestimmten Zeitraum gesammelt werden können. Üblicherweise geben Abzeichen Feedback, indem sie den aktuellen Status in Bezug auf die Leistung eines Nutzers symbolisieren. Sind dem Nutzer die Anforderungen für den Erhalt eines Abzeichens nicht bekannt, kann dies Neugierde wecken und einen Überraschungseffekt beim Erhalt eines neuen Abzeichens hervorrufen. Sind dem Nutzer die Anforderungen für den Erhalt eines Abzeichens hingegen bekannt (*Transparenz*), können Abzeichen darüber hinaus eigene Ziele darstellen mit deren Erfüllung ein Gewinnzustand vermittelt wird. Damit übernehmen Abzeichen auch eine anleitende Rolle, indem sie in Kurzform darstellen, was innerhalb einer Anwendung möglich ist und was der Nutzer tun kann [53]. Abzeichen können weiterhin dazu beitragen, ein Gemeinschaftsgefühl zwischen Nutzern zu erzeugen, die ein spezielles Abzeichen besitzen (*Identifikation mit der Gruppe*). Dieses Gefühl verstärkt sich, umso seltener und schwerer ein Abzeichen zu verdienen ist. [266], [267]

Mechaniken: Sammeln, Belohnung, Status, kumulatives Feedback, Gewinnzustand, Überraschung, Chance/Zufall, individuelles Lernen

Dynamiken: Ansehen, Ästhetik, Fortschritt, Beziehung, Neugierde

Wirkung: Kompetenz – Leistung, Wertschätzung, Steigern von Zufriedenheit
 Autonomie – Streben nach Erfolg
 Eingebundenheit – Zugehörigkeit

4.5.3.2 Avatare

Avatare stellen die graphische Repräsentation eines Individuums in einer spielerischen Anwendung dar. Sie können entweder statisch in Form von Bildern, Icons oder Karikaturen umgesetzt werden, wie es in Messenger Diensten, Foren oder sozialen Netzwerken üblich ist, oder auch dynamisch als Animation. Hierbei sind die Gestaltungsmöglichkeiten vielfältig und reichen von vollständigen realen Personen über die Repräsentation einzelner Körperteile, wie einer Hand die Objekte greift und bewegt, bis hin zu virtuellen Figuren als Pseudonym, wie Tieren oder Fantasiewesen [63], [65], [69], [79]. Entscheidend bei der Umsetzung ist, dass ein Nutzer nicht nur die Perspektive seines Avatars einnimmt, sondern sich je nach Kontext und Anwendungsfall auch mit diesem identifizieren kann. Nur so ist es möglich, die Nutzer in die spielerische Anwendung, die Handlungen und ggf. eine komplette virtuelle Welt eintauchen zu lassen (*Immersion*) und somit das Spielerlebnis zu fördern. Hierfür kann es zweckmäßig sein, bei einer vorab definierten und klar eingegrenzten Zielgruppe einen entsprechenden Stereotyp zu gestalten oder aber Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten zur Individualisierung und Personalisierung zuzulassen [268]. Letzteres ist zwar deutlich aufwendiger, kann aber nicht nur das Engagement fördern, sondern auch das Autonomieempfinden. Auch Weiterentwicklungsmöglichkeiten eines Avatars in Abhängigkeit der Fähigkeiten eines Nutzers sind denkbar. [52], [267]

Avatare können darüber hinaus eine soziale Rolle einnehmen, indem sie als (virtuelle) Partner eingesetzt werden. Sie sind in der Lage geforderte Handlungen zu demonstrieren, gemeinsam mit dem Nutzer Aufgaben zu lösen oder auch mit diesem im Wettkampf zu stehen. Dabei kommt der Köhler-Effekt ebenso zum Tragen wie bei einem menschlichen Partner [264]. In Kombination mit einer geeigneten Dialogsoftware werden Avatare außerdem immer mehr in telemedizinischen Anwendungen zur audiovisuellen Kommunikation eingesetzt [269].

Mechaniken: (Narrative) Wendungen, Kooperation, Wettbewerb, Entwickeln/Organisieren

Dynamiken: Ästhetik, Beziehung, narrative Elemente, Fantasie

Wirkung: Autonomie – Selbstbestimmung, Individualisierung/Personalisierung
Eingebundenheit – Soziale(r) Interaktion und Austausch, sozialer Wettbewerb

4.5.3.3 Zeit: Countdowns und Fristen

Countdowns und Fristen stellen ein festes Zeitintervall dar, in dem eine oder mehrere Aufgaben von einem Nutzer zu erfüllen sind oder ein bestimmtes Ziel zu erreichen ist [22]. Bei einer Frist erhält der Nutzer eine Vorgabe, bis zu welchem Zeitpunkt bzw. in welchem Zeitraum eine Aufgabe erledigt sein muss, um diese erfolgreich abzuschließen oder eine Belohnung zu erhalten. Fristen werden zumeist textuell beschrieben – ‘Ihre persönliche Wochenaufgabe’, ‘Ihre Aufgaben bis zum 20.12.’ [270]. Je nach Art der zugrundeliegenden Aufgabe sind diese nach Ablauf der Frist entweder nicht mehr erfolgreich abzuschließen oder stehen nicht mehr zur Verfügung.

Bei einem Countdown handelt es sich um eine rückwärtsschreitende Zeitzählung, d. h. die maximal zur Verfügung stehende Zeit läuft nach und nach ab. Neben textuellen Beschreibungen, wie ‘Sie haben noch 5 Minuten Zeit’, finden hierbei auch akustische und visuelle Timer Anwendung. So hat man zum Beispiel 3 Minuten Zeit, um einen Rochen so schnell wie möglich durch einen Parcours zu navigieren und dabei möglichst viele Ringe zu durchschwimmen [63]. In den letzten 10 verbleibenden Sekunden ertönt ein akustisches Signal als Verstärkung des

Countdown. Auch der Ablauf des Countdown lässt sich durch ein akustisches oder visuelles Signal hervorheben. Ebenso ist es möglich, dass die verbleibende Zeit vorzeitig abläuft, wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt. Beim Rochenbeispiel könnte es sich u. a. um einen Fehlschlag der Aufgabe handeln, wenn drei Ringe ausgelassen, also nicht durchschwommen, wurden. Bei der Umsetzung eines Countdown ist es notwendig, dem Nutzer stets die restliche zur Verfügung stehende Zeit zu präsentieren. Nur so kann ein Countdown seine volle Wirkung entfalten, indem ein Gefühl der Dringlichkeit zum möglichst schnellen Erledigen einer Aufgabe erzeugt wird und somit gleichzeitig der Nutzer zu mehr Leistung angetrieben wird [22], [270].

Eine zeitliche Einschränkung kann auch dazu genutzt werden, um den Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe zu verändern [268]. Das vorgegebene Zeitintervall kann entweder statisch beschrieben werden oder auf Basis der eigenen Leistungen oder auch der Leistungen anderer Nutzer flexibel angepasst werden (*dynamic difficulty adaption*). Der Schwierigkeitsgrad kann sowohl erhöht als auch verringert werden, wobei eine Erhöhung nicht selten mit einem Levelaufstieg in der Anwendung einhergeht [268]. Insgesamt ist darauf zu achten, dass die zeitliche Vorgabe adäquat gewählt ist, also weder zu kurz noch zu lang, und somit die Aufgabe vom Nutzer als zu leicht oder zu schwer bzw. sogar unlösbar empfunden wird [22]. Dann würde ein Countdown in Demotivation münden [22]. Auf zu lange Zeitintervalle ist generell zu verzichten, da ein Erfolgserlebnis zu lange auf sich warten ließe [22].

Mechaniken: Zeitdruck, Herausforderung, Gewinnzustand, rundenbasiertes Spiel

Dynamiken: Beschränkung, Emotion

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation, Leistung
 Autonomie – Streben nach Erfolg, Selbstverwirklichung

4.5.3.4 Endgegner

Endgegner, oder Bosse, stellen besonders starke und widerstandsfähige Gegner in einer spielerischen Anwendung dar, die zumeist beim Abschluss eines Levels, einer Mission oder eines Spielabschnitts besiegt werden müssen [53]. Bosse haben im Gegensatz zu normalen Gegnern ausgereifere Fähigkeiten, zumeist auch eine oder mehrere Spezialfähigkeiten. So bewegen sich Endgegner u. a. schneller, haben eine höhere Angriffskraft oder Verteidigungswerte, verfügen über mehr Lebenspunkte oder greifen auf eine besondere Art und Weise an [271]. Von Level zu Level steigen dabei i. d. R. auch die Fähigkeiten des Endgegners [271]. Daher ist es bei einem Endgegner meistens nicht zielführend diesen willkürlich zu bekämpfen, sondern es bedarf einer Strategie, um diesen zu besiegen. Der Kampf gegen einen Boss erfordert vom Nutzer nicht selten ein hohes Maß an Geduld sowie Durchhaltevermögen. Der Sieg über einen Boss geht nicht nur mit größeren Belohnungen einher, wie Abzeichen, Gold oder Ausrüstungsgegenständen, sondern auch mit einem immensen Erfolgserlebnis. Bei der Gestaltung eines Endgegners sind sowohl die Größe als auch die visuelle und ggf. akustische Erscheinung entscheidend [271]. Zwar reflektieren diese nicht direkt die Stärke des Endgegners, jedoch wirkt dieser hierdurch bedrohlicher und stellt damit eine größere Herausforderung dar [271].

Endgegner können auch eine soziale Komponente haben. So kann es für den Kampf gegen diesen erforderlich sein, sich in einem Team zusammenzufinden. Auch Vergleiche mit anderen Nutzern entsprechend der Erfolge, die mit dem Sieg über einen Boss einhergehen, sind denkbar.

Mechaniken: Gewinnzustand, Herausforderung, Wettbewerb, (Kooperation)

Dynamiken: Ansehen, Ästhetik, Fortschritt, Konflikt, Fantasie

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation, Leistung, Steigern von Zufriedenheit
Autonomie – Streben nach Erfolg, Selbstverwirklichung
Eingebundenheit – Sozialer Wettbewerb, soziale Anerkennung, (soziale(r) Interaktion und Austausch)

4.5.3.5 Fortschrittsanzeigen und Leistungsgraphen

Fortschrittsanzeigen und Leistungsgraphen stellen eine dynamische visuelle Repräsentation der Leistungen, Fortschritte und/oder Erfolge eines Nutzers in einer spielerischen Anwendung dar. Im Gegensatz zu Rang- und Bestenlisten findet dabei eine reine Evaluation der eigenen vergangenen Leistungen statt, ohne diese anderen Nutzern gegenüberzustellen (*intraindividueller Vergleich*). Somit entfällt der kompetitive Charakter und es entsteht ein individuelles Feedback, das insbesondere bei leistungsschwächeren Nutzern motivierend wirkt. Die eigene Leistung wird über den zeitlichen Verlauf reflektiert, bspw. über einzelne Level, Tage oder Wochen. Dabei ist es möglich, Fortschrittsanzeigen mit Aufgaben zu verknüpfen, um so zu visualisieren, welche Aufgaben noch ausstehen und welche bereits abgeschlossen sind. Weiterhin werden mittels Fortschrittsanzeigen und Leistungsgraphen Leistungsschwankungen einfach sichtbar [52]. Ein Nutzer konzentriert sich vollständig auf sich selbst und seine Verschlechterungen bzw. Verbesserungen und führt ggf. notwendige Verhaltensänderungen aus. Dieses leistungsorientierte Feedback fördert insbesondere die Durchführung von Handlungen und Aufgaben „deren Fokus auf Kompetenzerwerb und Lernzuwachs liegt“ [52]. [266], [267]

Mechaniken: Kontinuierliches Feedback, Status, Herausforderung, individuelles Lernen

Dynamiken: Fortschritt

Wirkung: Kompetenz – Leistung, Steigern von Zufriedenheit
Autonomie – Streben nach Erfolg, Bedeutung

4.5.3.6 Freischalten von Inhalten

Das Freischalten von Inhalten stellt eine schrittweise Bereitstellung neuer Inhalte und/oder Funktionalitäten in einer spielerischen Anwendung dar. Durch Fortschritte, d. h. dem Erreichen eines bestimmten Ziels, wie dem Sammeln einer festen Anzahl an Punkten, dem Abschluss einer Aufgabe, einer Quest oder eines Levels oder dem Erhalt eines spezifischen Abzeichens, kann der Nutzer entsprechend seiner eigenen Leistung weitere Inhalte freispielen [53]. Je nach Kontext der Anwendung kann es sich hierbei um die Fortführung der Story, das Erreichen des nächsten Levels, das Freischalten neuer Aufgaben und Quests oder ergänzender Erfolge und Abzeichen handeln. So benötigt man z. B. 1000 Punkte, um den nächsten Level zu erreichen [53]. Sobald man Level 5 abgeschlossen hat, erhält man den Erfolg bzw. Rang ‘Lehrling’ und schaltet damit schließlich neue ggf. auch schwierigere Quests frei [53]. Im medizinischen Bereich können nicht selten ganze Abschnitte einer Anwendung freigeschaltet werden, die u. a. ergänzende Informationen oder neue Trainingseinheiten/Übungen beinhalten. Das Freischalten von Inhalten wird ähnlich wie Abzeichen und Punkte als Belohnung eingesetzt, die neben positiven emotionalen Reaktionen auch eine Stärkung der Selbstwirksamkeit hervorruft [43].

Neue Inhalte können aber auch nach einem festen, vorab definierten und dem Nutzer bekannten Zeitraum freigeschaltet werden, bspw. wochenweise [272]. Hierdurch wird zwar die individuelle Leistung des Nutzers in den Hintergrund gerückt, jedoch weckt dies Neugierde [272].

Mechaniken: Belohnung, Gewinnzustand, Herausforderung, Entwickeln, Überraschung, individuelles Lernen

Dynamiken: Beschränkung, Emotion, Fortschritt, Neugierde

Wirkung: Kompetenz – Leistung, Wertschätzung, Steigern von Zufriedenheit
 Autonomie – Bedeutung, Streben nach Erfolg
 Sicherheit – Stabile und strukturierte Umgebung

4.5.3.7 Integration sozialer Medien

Die Integration von sozialen Medien beschreibt eine relative neue Spiele-Komponente, bei der soziale Netzwerke, wie Facebook, Twitter oder auch simple Austauschfunktionen/Chats, direkt in eine spielerische Anwendung eingebunden werden, um Nutzer miteinander zu vernetzen [270]. Die Kernmotivatoren für einen Nutzer in sozialen Medien sind das Streben nach sozialer Anerkennung, Zugehörigkeit und Wertschätzung [107], [196]. Wie bei Rang- und Bestenlisten ist es möglich, den eigenen Status darzustellen, indem erreichte Ziele, Erfolge, Abzeichen oder Punkte miteinander geteilt werden [270]. Dies fördert u. a. den Wettbewerb zwischen Nutzern und ruft bei einem angemessenen Leistungsgradienten den Köhler-Effekt hervor. Je nach geposteten Inhalten, d. h. Einträgen und/oder Fotos, können soziale Medien auch belohnend wirken [270]. So können sich Nutzer untereinander durch einfache Likes für ein bestimmtes Verhalten oder einen Erfolg würdigen. Auch eine gegenseitige Unterstützung in Form verbaler Verstärkung zur Steigerung der Motivation und zur Ermutigung ist möglich. Weiterhin können soziale Medien einen Lerneffekt haben, indem Nutzer Erfahrungen miteinander austauschen. Dies kann zu einem Gefühl der Verbundenheit beitragen, da einem Nutzer klar wird, dass es noch andere Betroffene gibt, die das gleiche oder ein ähnliches Ziel haben [107].

Auch das Schreiben eines Eintrags selbst kann auf den Nutzer positiv wirken, indem Ereignisse und Erfahrungen dokumentiert, reflektiert und für die Zukunft festgehalten werden [273].

Mechaniken: Belohnung, Status, Kooperation, Wettbewerb, individuelles Lernen

Dynamiken: Ansehen, Beziehung, Emotion

Wirkung: Kompetenz – Wertschätzung und Anerkennung, Steigern von Zufriedenheit
 Autonomie – Bedeutung, Selbstverwirklichung, Optimismus
 Eingebundenheit – Soziale Anerkennung, soziale(r) Interaktion und Austausch,
 Zugehörigkeit, sozialer Wettbewerb

4.5.3.8 Kämpfe

Kämpfe stellen ein Kräftemessen von zwei oder mehr Kontrahenten in einer spielerischen Anwendung dar. Ein Nutzer kann hierbei entweder gegen einen virtuellen Gegner antreten, einen sogenannten Nicht-Spieler-Charakter (NSC), oder aber einen anderen Nutzer. In einem Kampf muss der Nutzer seinen Gegner besiegen, um eine Belohnung, wie (Erfahrungs-)Punkte, Ausrüstungsgegenstände oder virtuelles Gold, zu erhalten. Je nach spielerischem Kontext können

Kämpfe über eine oder mehrere Runden ausgetragen werden und eine eigenständige Quest darstellen. Zum Einsatz kommen neben Nahkampfangriffen verschiedenste Waffen oder in Fantasy-Spielen auch übernatürliche Fähigkeiten, wie Zauber. So müssen bspw. in einer Arena nacheinander mehrere Gegner in einem Boxkampf k. o. geschlagen oder aber Monster in einer virtuellen Welt mit Feuerbällen niedergestreckt werden. I. d. R. stehen einem Nutzer in einem Kampf nur eine begrenzte Anzahl an Ressourcen zu Verfügung, z. B. Lebenspunkte, Pfeile oder Mana zum Erzeugen magischer Angriffe. Kämpfe können außerdem eine soziale Komponente aufweisen, wenn diese in einem Team stattfinden.

Mechaniken: Begrenzte Ressourcen, Chance/Zufall, Gewinnzustand, Herausforderung, Wettbewerb, rundenbasiertes Spiel, (Kooperation)

Dynamiken: Emotion, Konflikt, Fantasie

Wirkung: Autonomie – Selbstverwirklichung, Streben nach Erfolg
Eingebundenheit – Sozialer Wettbewerb, (soziale(r) Interaktion und Austausch)

4.5.3.9 Kaskadierende Information

Kaskadierende Informationen beschreiben die schrittweise Bereitstellung von Informationen in einer spielerischen Anwendung. So werden dem Nutzer jeweils nur die Informationen zur Verfügung gestellt, die er für die Erfüllung der aktuellen Aufgabe(n) benötigt. Durch die gezielte Informationsbereitstellung soll eine Überforderung des Nutzers vermieden werden. Ebenso ist es möglich, mittels kaskadierender Informationen Wissen in einem bestimmten Fachgebiet, bspw. über eine Erkrankung oder die verschiedenen Behandlungsmethoden im Rehabilitationsprozess, schrittweise zu vermitteln, z. B. phasenadäquat immer dann, wenn der individuelle Nutzer sie auch tatsächlich benötigt. Somit verfügt der Nutzer zunächst über eine Art Basiswissen, das ihm dabei hilft, vertiefende hierauf aufbauende Informationen besser zu verstehen und das damit gewonnene Wissen allmählich weiter auszubauen. Informationen mit einem Bedarf an Vorwissen werden folglich „nicht zu früh ‘verraten’“ [22], was gerade bei komplexeren Themen Demotivation vermeidet. [22]

Mechaniken: Entwickeln/Organisieren, individuelles Lernen

Dynamiken: Beschränkung

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation/Wissbegierde
Autonomie – Bedeutung, Individualisierung
Sicherheit – Stabile und strukturierte Umgebung

4.5.3.10 Level

Level, Stages oder auch Maps, stellen einen spezifischen Abschnitt in einer spielerischen Anwendung dar, der eine feste Schwierigkeitsstufe aufweist. Level werden i. d. R. durch den erfolgreichen Abschluss nach und nach vom Nutzer freigeschaltet [268]. Zusätzlich existieren in einigen Anwendungen sogenannte Bonuslevel, deren Abschluss zwar eine Belohnung mit sich bringt, aber nicht zwingend für den Fortschritt erforderlich ist. Als Level oder Stufe wird z. T. auch der Rang eines Nutzers bezeichnet, den er sich in einer spielerischen Anwendung erspielen kann. Sollte ein Nutzer bspw. 1000 (Erfahrungs-)punkte gesammelt haben, steigt er vom Rang ‘Novizen’ zum ‘Experten’ auf. Level können nicht übersprungen werden.

Üblicherweise erhöht sich der Schwierigkeitsgrad von Level zu Level, da ein Nutzer immer mehr Erfahrung erlangt. Ebenso erhöhen sich die Abstände zwischen den Leveln. So musste ein Nutzer bspw. lediglich 100 Punkte sammeln, um von Level 2 zu Level 3 zu kommen, von Level 3 zu Level 4 benötigt er hingegen bereits 500 Punkte. Das erste Level sollte vom Nutzer einfach zu bewältigen sein und diesem zur Erklärung von Aufgaben und Objekten dienen (*Einführungslevel*) [268]. Idealerweise sollte sich der Schwierigkeitsgrad dann jedoch nicht linear, sondern in variablen Schritten anpassen. Das bedeutet, dass einzelne Level zu einem Komplex zusammengesetzt werden (*Progression Stairs*), die aus leichteren und schwierigeren Aufgaben bestehen und schließlich mit einer Hauptherausforderung, wie einem Bosskampf, enden. Das Lösen dieser abschließenden Aufgabe und der damit verbundene Aufstieg in das nächste Level sollten den Nutzer stets mit Stolz erfüllen. Im Anschluss hieran ist eine Art Erholungsphase einzubauen, in dem der Nutzer seine eigene Leistung und seinen Erfolg reflektieren kann. [53]

Die Anpassung des Schwierigkeitsgrads in einzelnen Leveln erfolgt je nach Kontext über verschiedene Spieleparameter, wie die Verringerung der zur Verfügung stehenden Ressourcen (z. B. Lebenspunkte, Zeit), schwierigere Aufgaben oder auch mehr Teilaufgaben [192]. In medizinischen Anwendungen ist es nicht selten, dass die Anpassung des Schwierigkeitsgrads auch in Abhängigkeit des aktuellen Gesundheitszustands eines Nutzers erfolgt (*Individualisierung*). Dabei ist auch ein Herabsetzen der Schwierigkeit denkbar. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei die dynamische Schwierigkeitsanpassung (*dynamic difficulty adaption*) [274]. So sollten Level, ebenso wie Aufgaben und Quests, weder zu schwer noch zu einfach sein, um nicht in Langeweile oder Frustration zu münden. Zwar sind einzelne Misserfolge vertretbar, aber nicht in Folge. Level sollten sich also stets nach der Leistungsfähigkeit eines Nutzers richten. [268]

Mechaniken: Chance/Zufall, Status, Gewinnzustand, Herausforderung, rundenbasiertes Spiel

Dynamiken: Ansehen, Ästhetik, Beschränkung, Fortschritt, Neugierde

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation, Leistung, Steigern von Zufriedenheit
 Autonomie – Selbstverwirklichung, Streben nach Erfolg, Individualisierung
 Eingebundenheit – Sozialer Wettbewerb
 Sicherheit – Stabile und strukturierte Umgebung

4.5.3.11 Nachrichten

Nachrichten zählen zu den sozialen Elementen spielerischer Anwendungen. Sie beschreiben jegliche Form der auditiven und visuellen unilateralen Kommunikation mit einem Anwender. Sie können als narrative Elemente, zur Erläuterung von Aufgaben und Handlungen, zur verbalen Verstärkung oder als Trigger, eingesetzt werden. Während Erläuterungen (*teaching and training to do something*) dazu beitragen, die Fähigkeiten eines Individuums zur Durchführung von (schweren) Handlungen zu verbessern (*simplicity*), dienen verbale Verstärkungen dazu Bedeutsamkeit und ein Gefühl von Leistungsfähigkeit im Sinne der Motivationsforschung zu vermitteln. Hierzu kommen i. d. R. motivierende Texte zum Einsatz – ‘Prima! Dein heutiges Training ist abgeschlossen. Nur ein regelmäßiges Training ist wirksam’. Nicht selten werden derartige verbale Verstärkungen mit Triggern kombiniert – ‘Achtung! Du musst heute noch ein Training abschließen. Nur regelmäßiges Training ist wirksam’. Trigger können aber auch in Form von PopUps, Pieptönen, Alarmen oder Icons eingesetzt werden. Generell gilt dabei, dass

Trigger nur wirksam sind, wenn bereits ausreichend Motivation und die Fähigkeiten zur Ausführung einer Handlung vorhanden sind. Nur so wird Frustration vermieden. Weiterhin gilt, dass Nachrichten nur dann als Trigger fungieren können, wenn sie vom Anwender als nicht lästig wahrgenommen werden. Neben einer angemessenen Frequenz von Nachrichten, d. h. der Vermeidung einer Nachrichtenflut, spielt hierbei auch das Timing eine Rolle. [196]

Beim Einsatz von Nachrichten in einer spielerischen Anwendung sind aber nicht nur die Nachrichten selbst relevant, d. h. deren Inhalt, Art und Timing, sondern auch der Kanal über den eine Nachricht übermittelt wird sowie der Kontext in dem dies stattfindet. [196]

Mechaniken: Wendungen, Belohnung, Feedback, Gewinnzustand, individuelles Lernen

Dynamiken: Narrative Elemente, Emotion

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation/Wissbegierde, Wertschätzung und Anerkennung, Steigern von Zufriedenheit
Autonomie – Bedeutung, Optimismus, Individualisierung/Personalisierung
Eingebundenheit – Soziale(r) Interaktion und Austausch

4.5.3.12 Handel: Marktplätze und Wirtschaftssysteme

Marktplätze und Wirtschaftssysteme stellen Instrumente dar, mit denen Nutzer virtuelle Güter und Dienstleistungen erwerben, verkaufen und/oder handeln können. Somit wird spielerischen Anwendungen eine ökonomische Komponente hinzugefügt. Die simpelste Möglichkeit zur Umsetzung eines Marktplatzes sind einfache Shops, die der Nutzer jederzeit über ein Menü erreichen kann. In diesem können Nutzer virtuelle Güter kaufen, entweder für eine virtuelle Währung oder reales Geld. Die Preise werden hierbei von den 'Entwicklern' festgelegt und sind zumeist statisch, mit Ausnahme von zeitlich begrenzten Sonderangeboten.

Bei Marktplätzen, die direkt in die spielerische Umgebung integriert sind, handelt es sich vorwiegend um NSC-Händler, die ein Nutzer (mit seinem Charakter) aufsuchen kann. Unterschiedliche Händler bieten zumeist auch unterschiedliche Güter an. Dabei können bei ein und demselben Händler immer die gleichen Güter zur Verfügung stehen oder aber entsprechend des Zufallsprinzips auch unterschiedliche (*Chance/Zufall*). Im Gegensatz zu einfachen Shops kann ein Nutzer bei einem Händler auch Güter verkaufen, um so virtuelles Geld zu verdienen und dieses für andere, gerade benötigte Güter wieder auszugeben. Eine höhere Komplexitätsstufe des Handelns stellen Auktionshäuser dar. Hier können Nutzer virtuelle Güter von anderen Nutzern kaufen oder ersteigern und ebenso Güter verkaufen. Der Preis der Güter richtet sich, wie auch im echten Leben, nach Angebot und Nachfrage.

In vollständigen Wirtschaftssystemen geht es nicht nur darum, Güter zu handeln, sondern auch selbst Rohstoffe abzubauen bzw. zu erzeugen, um diese zu verkaufen oder aus ihnen Handelsgüter herzustellen. Für das so erwirtschaftete virtuelle Geld können wiederum Ressourcen gekauft werden, die ein Nutzer selbst nicht erzeugen kann oder die er bereits verbraucht hat. Zumeist sind derartige komplexe Wirtschaftssysteme an Auswahlmöglichkeiten bei der Erstellung eines Charakters geknüpft. So kann ein Nutzer bspw. zu Beginn einen Beruf auswählen, um zu entscheiden, welche Ressource er erzeugen möchte.

Mechaniken: Begrenzte Ressourcen, Chance, Tauschen, Entwickeln, Wettbewerb

Dynamiken: Beschränkung, narrative Elemente

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation
 Autonomie – Bedeutung, Selbstbestimmung, Individualisierung
 Eingebundenheit – Soziale(r) Interaktion und Austausch, sozialer Wettbewerb

4.5.3.13 Punkte

Punkte stellen das numerische Abbild des (gemessenen) Verhaltens eines Individuums in einer spielerischen Anwendung dar. Nutzer erhalten Punkte üblicherweise als Belohnung für den ‘erfolgreichen’ Abschluss einer Handlung, bspw. beim Absolvieren von Quests oder (Teil-)Zielen. Sie können aber auch dazu dienen, dem Nutzer ein Feedback zur Qualität einer Handlung in quantitativer Form zu geben. Hierzu ist es nicht erforderlich, dass eine Aufgabe erfolgreich abgeschlossen wurde. I. d. R. werden Sie dazu verwendet, um im Rahmen eines Belohnungssystems den Fortschritt eines Nutzers darzustellen. Je nach Einsatzzweck ist dabei zwischen verschiedenen Arten von Punkten zu unterscheiden, die sich durch Level weiter untergliedern lassen, wie Erfahrungspunkte, einlösbare Punkte oder Rufpunkte. Neben diesen einfachen Arten von Punkten können auch andere virtuelle Objekte als (numerische) Belohnungen gesammelt werden, wie Sterne oder Münzen [99]. Punkte sind einfach zu implementieren und zählen daher zu den Standardelementen spielerischer Anwendungen. [266], [267]

Mechaniken: Granulares Feedback, Belohnung, Sammeln

Dynamiken: Fortschritt

Wirkung: Kompetenz – Leistung, Wertschätzung und Anerkennung
 Autonomie – Streben nach Erfolg

4.5.3.14 Quests und Aufgaben

Quests stellen i. d. R. vordefinierte Aufgaben oder Arbeitsaufträge in einer spielerischen Anwendung dar, die nach Annahme durch den Nutzer in relativ kurzer Zeit abgeschlossen werden müssen [275]. Quests haben immer ein festes Ziel, z. B. das Sammeln von bestimmten Gegenständen (*Sammlungen*), das Lösen eines Rätsels (*Quiz*) oder das Besiegen einer Kreatur (*Kämpfe*) [276]. Häufig werden mehrere Quests miteinander kombiniert, um eine größere Herausforderung, eine sogenannte Mission, Schritt für Schritt zu erfüllen [275]. Dabei ist es nicht selten, dass sich der Schwierigkeitsgrad von Quest zu Quest steigert, da sich mit Abschluss einer jeden Quest auch die Kompetenzen des Nutzers erhöhen [275]. Der Abschluss einer Quest sollte stets mit einer Belohnung verbunden sein, um die Zufriedenheit und den Optimismus des Nutzers zu fördern [276]. Hierfür kommen u. a. Punkte, Abzeichen, virtuelle Güter oder Levelaufstiege in Frage. Welche Belohnung ein Nutzer erhält, ist dabei nicht nur vom Schwierigkeitsgrad abgängig, sondern auch von der Art der Quest. Während Hauptquests erfüllt werden müssen, um einen Fortschritt zu erzielen, können Nebenquests zusätzlich abgeschlossen werden, um Boni zu sammeln. Bei Belohnungen und Boni kann auch eine Zufallskomponente eingebaut werden, indem Nutzer für den Abschluss einer Quest eine völlig unerwartete Belohnung erhalten (*Überraschung*) [53]. Neben Einzelquests existieren auch Gruppenquests, die in einem Team zu bewältigen sind [277]. Quests müssen immer mit einer weiteren Spiele-Komponente verknüpft sein, wie Sammlungen oder Kämpfe. Darüber hinaus gilt, dass Quests nur ihre positive Wirkung auf die Motivation und das Verhalten eines Nutzers entfalten können, wenn sie

mit Feedback-Komponenten, wie Abzeichen oder Fortschrittsbalken, kombiniert werden [277]. In rehabilitativen Anwendungen, insbesondere Exergames, werden Aufgaben in einer spielerischen Anwendung nicht selten als Quests interpretiert, auch wenn diese nicht der klassischen, zuvor beschriebenen Definition entsprechen. Vielmehr handelt es sich um konkrete wiederkehrende Aufgaben, die in die spielerische Umgebung eingebettet sind, wie eine Story. So lässt sich das tägliche Bewegungstraining als Blumenpflücken und das Steuern von Objekten durch einen Parcours abbilden. Neben derartigen Einzelaufgaben finden auch globale Tages- und Wochenaufgaben Verwendung, wie die Aufgabe eine Trainingseinheit durchzuführen oder auch einen Tagebucheintrag zur Dokumentation des aktuellen Gesundheitszustands zu erstellen. Eine klare Abgrenzung zwischen Aufgaben und Quests scheint nicht zu existieren.

Mechaniken: Herausforderung, Entwickeln, Zufall, Überraschung, individuelles Lernen

Dynamiken: Beschränkung, Konflikt, narrative Elemente

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation, Leistung

Autonomie – Bedeutung, Selbstbestimmung, Optimismus

Eingebundenheit – (Soziale(r) Interaktion und Austausch, Zugehörigkeit)

Sicherheit – Stabile und strukturierte Umgebung

4.5.3.15 Rang- und Bestenlisten

Rang- und Bestenlisten stellen eine geordnete Auflistung von Nutzern einer spielerischen Anwendung anhand festgelegter Kriterien dar. Die Reihung der Nutzer kann sich nach einem bestimmten Level, den erlangten Punkten, den erzielten Erfolgen oder auch den abgeschlossenen Aufgaben richten, je nachdem welcher Nutzer eine oder mehrere Handlungen ‘am besten’ ausgeführt hat. Rang- und Bestenlisten bieten die Möglichkeit die Handlungen und Erfolge unterschiedlicher Nutzer ins Verhältnis zu setzen. Durch diesen kompetitiven Charakter ist es nicht nur möglich Fortschritte mit anderen zu vergleichen, sondern auch individuelle Fortschritte und damit eigene Leistungen textbasiert zu reflektieren, was wiederum die Aufgaben- und Zielorientierung fördert. Mit Blick auf den resultierenden Wettbewerb zwischen Nutzern ist die Wirkung von Rang- und Bestenlisten auf die Motivation eines Individuums differenziert zu betrachten. Während sozialer Druck und Vorbilder, d. h. Nutzer mit einer besseren Leistung, zu höherer Motivation, Teilhabe und auch höheren Lerneffekten führen können, können Abstiege in der Rangfolge als Misserfolge wahrgenommen werden und damit demotivieren. Ebenso kann sich je nach Position in der Rangfolge ein positiver oder negativer Effekt auf die Motivation entwickeln. Entsprechend des Köhler-Effekts spielt dabei der Leistungsgradient zwischen den Nutzern eine Rolle, d. h. die Anzahl der Punkte oder Erfolge, die zum Erreichen der nächsten Position in der Rangliste fehlen. Damit der Leistungsgradient nicht zu hoch wird, können Rang- und Bestenlisten in Ligen mit entsprechendem Stufenaufstieg eingeteilt werden. [266], [267]

Eine Sonderform der Rang- und Bestenlisten sind soziale Graphen. Diese enthalten lediglich eine Auflistung ausgewählter Personen bzw. Personengruppen, wie Freunden oder Verwandten, und ermöglichen somit den Wettbewerb in einem geschlossenen Personenkreis. [276]

Mechaniken: Feedback, Status, Herausforderung, Wettbewerb, individuelles Lernen

Dynamiken: Individueller Fortschritt, Beziehung, Ansehen

Wirkung: Kompetenz – Leistung, Gefühl hoher Leistungsfähigkeit
 Autonomie – Streben nach Erfolg
 Eingebundenheit – Soziale Anerkennung, sozialer Wettbewerb

4.5.3.16 Rätsel und Quizze

Rätsel und Quizze stellen eine Form von Aufgaben dar, die vom Nutzer durch Nachdenken gelöst werden können. Wie bei jeder Aufgabe sollte der Nutzer für das Lösen eines (Teil-)Rätsels eine Belohnung erhalten. Grundsätzlich wird zwischen textbasierten und nicht-textbasierten Rätseln unterschieden [272]. Textbasierte Rätsel, zu denen auch das klassische Quiz gehört, bestehen aus einer oder mehreren Fragen, die der Nutzer mit Hilfe seines Wissens, ggf. auch mit Raten, beantworten muss. Vorab ist bei jedem textbasierten Rätsel jeweils der Frage- und Antworttyp zu definieren [272]. Entweder können unterschiedliche Antwortmöglichkeiten in Form von Wahr/Falsch- oder Multiple Choice-Fragen, wie bei ‘Wer wird Millionär’, vorgegeben werden, oder aber auch nicht (*Kurzantworten in Freitextform*) [272]. Über die Anzahl, den Umfang und die Tiefe der Fragen sowie den Fragetyp kann der Schwierigkeitsgrad des Rätsels gesteuert werden. Bei nicht-textbasierten Rätseln kann u. a. zwischen Bilder-, Logik-, Kombinatorik- und Gedächtnisrätseln unterschieden werden, die das gesamte Repertoire des Rätsel-Universums repräsentieren, wie mathematische Rätsel (z. B. *Sudoku*), Suchrätsel (z. B. *Wimmelbilder*, *Labyrinth*) oder auch Zuordnungsrätsel (z. B. *Memory*) [272]. Bspw. kann das Erlernen einer Sprache durch Zuordnungsrätsel unterstützt werden, indem Vokabeln der entsprechenden Übersetzung zuzuordnen sind. Werden Rätsel in eine virtuelle Welt integriert (Story), können sie entweder direkt ein Teil dieser sein oder als Quest integriert werden. So ist bspw. ein Zahlencode zu knacken, um eine Schatztruhe zu öffnen.

Mechaniken: Chance/Zufall, Gewinnzustand, Herausforderung, rundenbasiertes Spiel, individuelles Lernen

Dynamiken: Beschränkung, narrative Elemente, Neugierde

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation, Leistung, Steigern von Zufriedenheit
 Autonomie – Streben nach Erfolg

4.5.3.17 Sammlungen

Während das Sammeln virtueller Güter prinzipiell eine Spiele-Mechanik darstellt, die die zugrundeliegenden Prozesse beim Erspielen von Abzeichen, Erfolgen und Punkten beschreibt, lassen sich Sammlungen auch explizit als Komponente in eine spielerische Anwendung integriert. Von einer Sammlung spricht man, wenn der Nutzer virtuelle Objekte der gleichen Klasse, bspw. in einem hierfür vorgesehenen Reiter/Menü ansehen kann. Sammlungen können entweder Haupt- oder Nebenziele darstellen. Das wohl bekannteste Spiel das Sammlungen einsetzt, ist Pokémon Go [278]. Hier müssen Nutzer möglichst viele unterschiedliche virtuelle ‘Monster’ sammeln. Aber auch Aufbauspiele können Sammlungen verwenden. So können Nutzer in der App ‘Homescapes’ durch das Lösen von Rätseln Einrichtungsgegenstände erspielen und in einer persönlichen Sammlung ablegen [279]. Durch den Einsatz der Gegenstände findet darüber hinaus eine Individualisierung der Spielumgebung statt. Ein Beispiel einer Sammlung aus dem realen Leben ist das Bonusheft in das Treuepunkte einzukleben sind.

Mechaniken: Status, Herausforderung, Sammeln, Wettbewerb, Entwickeln/Organisieren

Dynamiken: Ansehen, Ästhetik, Neugierde

Wirkung: Kompetenz – Leistung, Steigern von Zufriedenheit
Autonomie – Bedeutung, Selbstbestimmung, Individualisierung
Eingebundenheit – Sozialer Wettbewerb, Zugehörigkeit

4.5.3.18 Schenken und Tauschen

Schenken und Tauschen ermöglicht es Nutzern virtuelle Güter mit anderen Nutzern in einer spielerischen Anwendung auszutauschen [53]. Die Umsetzung des Schenkens und Tauschens ist also nur in Kombination mit virtuellen Gütern, zumeist Ressourcen, möglich. Während es beim Schenken darum geht, einem anderen Nutzer eine Freude zu bereiten und/oder ein Beziehungslevel aufzubauen, besteht ein Tausch immer aus einem gegenseitigen Geben und Nehmen. Schenken und Tauschen beinhaltet stets eine starke soziale Komponente. Zum einen können Nutzer Sammelgegenstände, die keinen konkreten Mehrwert in Bezug auf den Fortschritt in einer Anwendung mit sich bringen, verschenken, wie z. B. Sticker in Pokémon Go [278]. Ebenso können Nutzer anderen Nutzern nützliche Ressourcen zukommen lassen, wie Leben, oder Verbrauchsgüter, um diesen somit in der spielerischen Anwendung zu helfen [279]. In einigen Fällen ist hierbei eine Gegenleistung erforderlich, sodass ein Tausch entsteht. Tausche können aber auch ein integraler Bestandteil der spielerischen Umgebung sein. So müssen bspw. bei Pokémon Go einige Monster explizit mit anderen Nutzern getauscht werden, um sie zu entwickeln und damit einen Fortschritt im Spiel zu erzielen [278]. Insbesondere Sammlungen können mithilfe von Schenken und Tauschen leichter und schneller aufgebaut werden.

Mechaniken: Begrenzte Ressourcen, Kooperation, Transaktion/Tausch

Dynamiken: Beziehung, Fortschritt

Wirkung: Autonomie – Bedeutung/Teilhabe, Selbstverwirklichung
Eingebundenheit – Soziale Anerkennung, soziale(r) Interaktion und Austausch

4.5.3.19 Story

Stories zählen zu den narrativen Elementen, die i. d. R. nicht mit den Leistungen eines Nutzers korrelieren. Sie kontextualisieren die Charaktere sowie die Handlungen und Aufgaben in einer spielerischen Anwendung, indem sie diese in eine Geschichte oder Erzählung einbetten. Hierbei sind je nach Umfang und Detaillierungsgrad verschiedene Formen von Stories zu unterscheiden. Bereits die Gestaltung eines Charakters bzw. Avatars mit einem Namen, Eigenschaften und einer Lebensgeschichte kann als Erzählung aufgefasst werden [280]. Diese ermöglicht es dem Nutzer, sich mit diesem zu identifizieren [280]. Um Handlungen über das reine Sammeln von Punkten und Erfolgen hinaus Bedeutung zu verleihen, können weiterhin Stories in Form von einfachen Rahmenhandlungen eingesetzt werden. So braucht bspw. Oma Renate Unterstützung beim Apfelpflücken in ihrem Schrebergarten, da sie sich vor kurzem das Bein gebrochen hat. Die Äpfel können schließlich durch bestimmte Bewegungsabläufe (*Aktivitäten*) gepflückt werden, damit Oma Renate sie zu einem Apfelkuchen für ihren 90. Geburtstag verarbeiten kann (*Zielsetzungsfunktion*). Die Story kann dabei entweder statisch sein oder stufenweise durch Erfüllung einer Voraussetzung, wie dem Abschluss einer bestimmten Aufgabe, nach und nach

freigeschaltet werden. Während Rahmenhandlungen zumeist linear verlaufen, ist es in Stories auch denkbar Wahlmöglichkeiten anzubieten, mit denen ein Nutzer die weitere Geschichte beeinflussen kann. Die einfachste Form der Interaktion stellen Textadventure dar, bei denen die Geschichte hinter einer spielerischen Anwendung in Textform repräsentiert wird und die Kommunikation mit der Anwendung in natürlicher Sprache über Tastatureingaben erfolgt. Zumeist sind Wahlmöglichkeiten aber in umfangreichen Handlungssträngen zu finden, bei denen sich ein Nutzer durch eine virtuelle Welt navigieren und Aufgaben abschließen muss, wie es auch bei klassischen Adventure-Spielen der Fall ist. Unabhängig von der Art der Umsetzung ist es das Ziel von Stories, den Nutzer in das jeweilige Szenario eintauchen zu lassen (*Immersion*), um damit Handlungen und Aufgaben besser zu strukturieren sowie Interesse an und Relevanz für die Durchführung von Handlungen aufzubauen [267], [280]. Einer eigentlich langweiligen Aktivität kann mit Hilfe einer fesselnden Geschichte somit Bedeutung verliehen werden, gerade wenn die erzählte Geschichte den Interessen des Nutzers entspricht. [266], [267]

Mechaniken: (Narrative) Wendung, Kooperation, Überraschung, Entwickeln/Organisieren

Dynamiken: Ästhetik, Emotion, Konflikt, narrative Elemente, Neugierde, Fantasie

Wirkung: Kompetenz – Kognitive Stimulation

 Autonomie – Bedeutung, Selbstbestimmung, Individualisierung

 Eingebundenheit – Zugehörigkeit

 Sicherheit – Stabile und strukturierte Umgebung

4.5.3.20 Teams

Teams stellen den Zusammenschluss zu einer definierten Gruppe dar, um innerhalb einer spielerischen Anwendung gemeinsam ein spezifisches Ziel zu erreichen [266]. Die Teammitglieder können andere Nutzer oder aber auch NSCs sein. Typischerweise finden sich Nutzer in einer Gruppe zusammen, um gemeinsam Aufgaben oder Quests zu erfüllen, die für den einzelnen nicht lösbar wären, bspw. wenn ein Gegner zu stark ist oder aber gemeinsam Punkte gesammelt werden müssen [22]. Nutzer werden somit automatisch zur Zusammenarbeit und Kommunikation motiviert [22]. Dabei ist es unabdingbar, neue Kontakte innerhalb der spielerischen Anwendung zu knüpfen [22]. Gruppen können nicht nur vorübergehend zum Lösen einer Aufgabe gebildet werden, sondern in einigen Anwendungen auch dauerhaft, indem man einer Gruppe, im Sinne einer Community oder Gilde, beitrifft. Diese Mitgliedschaft ist stets mit einem Mehrwert für den einzelnen Nutzer verknüpft, z. B. der Möglichkeit zum Austausch von Ressourcen.

Unterschiedliche Teams können außerdem im Wettkampf stehen [270]. So können Teams in Kämpfen entweder direkt gegeneinander antreten oder indirekt in Form eines simplen Wettbewerbs. Hier könnte es u. a. darum gehen, als Team die meisten Abzeichen oder Punkte zu sammeln. Derartige Teamaufgaben sind stets mit einer Belohnung verbunden.

Im Rahmen von Teams kommt auch der Köhler-Effekt zum Tragen. So steigt die individuelle Motivation signifikant durch die Anwesenheit eines menschlichen Partners. Aber auch NSCs können den Köhler-Effekt hervorrufen und so die Motivation, ein bestimmtes Ziel zu erreichen oder einen bestimmten Gegner zu schlagen, erhöhen [264].

Mechaniken: Kooperation, Wettbewerb, Entwickeln/Organisieren

Dynamiken: Ansehen, Beziehung, Konflikt

Wirkung: Autonomie – Bedeutung/Teilhabe
 Eingebundenheit – Soziale Anerkennung, soziale(r) Interaktion und Austausch, sozialer Wettbewerb, Zugehörigkeit
 Sicherheit – Stabile und strukturierte Umgebung

4.5.3.21 Virtuelle Güter, Items und Ressourcen

Virtuelle Güter beschreiben Objekte oder Gegenstände, die in einer spielerischen Anwendung käuflich erworben, gesammelt oder als Belohnung erhalten werden können [268]. Hierzu zählen neben Leben, Werkzeugen und Ausrüstungsgegenständen auch Punkte, Sterne, Coins und virtuelles Geld. Abhängig vom spielerischen Kontext und dem konkreten Einsatz in einer Anwendung spricht man auch von Items und/oder Ressourcen. Eine klare Abgrenzung der Begriffe scheint nicht zu existieren. Klar ist jedoch, dass Ressourcen zumeist verbrauchbare virtuelle Güter darstellen, wie Leben bzw. Lebenspunkte, Energie, Zeit oder Rohstoffe als Basis zur Herstellung anderer Objekte (z. B. *Kräuter zur Herstellung von Tränken*). Items hingegen stellen virtueller Güter dar, die der Nutzer mit sich trägt und die z. T. auch von diesem selbst hergestellt werden können. Neben Ausrüstungsgegenständen, Waffen und Werkzeugen zählen auch Quest- und Sammelgegenstände zu den typischen Items.

Ein besonderes virtuelles Gut stellen virtuelle Währungen dar, wie Geld, Gold, Coins, Diamanten oder auch Punkte. Diese können in einer spielerischen Anwendung zum Erwerb anderer virtueller Güter verwendet werden, wie Leben und Bonuspunkte, oder aber auch zum Freischalten neuer Inhalte [268]. Somit können virtuelle Währungen u. a. dazu genutzt werden, neue Hintergründe, Charakter- oder Avataranpassungen freizuschalten (*Individualisierung*).

Wie bereits beschrieben, können virtuelle Güter in einer Anwendung vom Nutzer erspielt werden. Teilweise ist dies jedoch nur bis zu einem bestimmten Grad möglich. Daher gibt es immer mehr Anwendungen, in denen virtuelle Güter durch reales Geld gekauft werden können. Damit hat der Nutzer die Möglichkeit sich einen Vorteil in der spielerischen Anwendung zu verschaffen, indem er z. B. schneller bessere Ausrüstungsgegenstände zur Charakterverbesserung erhält. Auch können weitere Leben erworben werden, um Wartezeiten zur Wiederherstellung dieser Ressource zu verkürzen oder sogar ganz zu vermeiden. [281]

Mechaniken: Begrenzte Ressourcen, Belohnung, Status, Sammeln, Entwickeln/Organisieren

Dynamiken: Ansehen, Ästhetik, Beschränkung, Fortschritt, Fantasie

Wirkung: Kompetenz – Wertschätzung und Anerkennung, Steigern von Zufriedenheit
 Autonomie – Bedeutung, Streben nach Erfolg, Individualisierung
 Eingebundenheit – Soziale Anerkennung, sozialer Wettbewerb, Zugehörigkeit

4.5.4 Rahmenbedingungen für den erfolgreichen Einsatz von Gamification

Die detaillierten Betrachtungen einzelner Spiele-Komponenten im vorangehenden Unterabschnitt zeigen, dass es für einen erfolgreichen und motivierenden Einsatz von Gamification nicht allein ausreichend ist, eine adäquate Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen vorzunehmen. Gleichmaßen spielt die konkrete Ausgestaltung der Spiele-Komponenten eine Rolle, welches die weitaus komplexere Aufgabe bei der Konzeptionierung und Imple-

mentierung einer spielerischen Anwendung ist [258]. Neben den bereits zuvor genannten Anhaltspunkten zur Umsetzung einzelner Spiele-Komponenten (Unterabschnitt 4.5.3) sowie den grundsätzlichen Design-Anforderungen an persuasive Systeme (Unterabschnitt 4.2.2 und 4.2.3) kommen eine Reihe weiterer Rahmenbedingungen hinzu, die bei der Umsetzung von spielerischen Anwendungen zu berücksichtigen sind.

4.5.4.1 Zielgruppe und Kontext

Vor der Auswahl, Kombination und dem Design von Spiel-Design-Elementen ist zunächst die Zielgruppe zu definieren, für die eine spielerische Anwendung entwickelt werden soll (*Adressat des Gamifikationkonzepts*). Neben medizinisch-therapeutischen Aspekten, die sich im Patientenprofil abbilden lassen, sind dabei auch spielspezifische Aspekte zu berücksichtigen. So sollten die gewählten Spiel-Design-Elemente und deren Umsetzung nicht nur den Fähigkeiten der Nutzer und den (individuellen) Therapiezielen entsprechen sondern auch dem Spielertyp. Nur wenn die Bedürfnisse der zukünftigen Nutzer in beiden Dimensionen bekannt sind, ist auch eine dauerhafte Befriedigung dieser möglich und damit eine langfristige Bindung an die spielerische Anwendung, wie sie gerade bei der Unterstützung der Rehabilitation benötigt wird.

Medizinisch-therapeutische Aspekte

Die Diversität der Nutzer stellt eine immense Herausforderung bei der Entwicklung spielerischer Anwendungen dar [101]. Sowohl das Alter und Geschlecht als auch der Gesundheitszustand und die Fähigkeiten eines Nutzers bringen individuelle Anforderungen mit sich, die bei der Umsetzung spielerischer Anwendung zu berücksichtigen sind [101]. Gerade beim Einsatz von Spiel-Design-Elementen für die Unterstützung der Rehabilitation darf im Design-Prozess nicht der Fehler unterlaufen, sich zu stark auf die Auswahl, Kombination und Umsetzung einzelner Spiele-Komponenten zu fokussieren und dabei die medizinisch-therapeutischen Aspekte in den Hintergrund zu rücken [80]. Die Gamifizierung einer rehabilitativen Anwendung soll lediglich der Unterstützung der Therapie dienen, primäres Ziel ist und bleibt der therapeutische Nutzen. Um eine Balance zwischen spielerischen und therapeutischen Aspekten zu schaffen, bietet sich daher ein therapiebegleiteter Design-Prozess an [80]. Bei diesem ist zunächst die Patientenpopulation zu identifizieren. Dies beinhaltet die Angabe der Hauptindikation und der hiermit assoziierten Begleiterkrankungen und Beschwerden. Im zweiten Schritt sind die Therapieziele zu definieren. So ist bspw. festzulegen, ob durch den Einsatz einer Anwendung für Patienten mit einer Frozen Shoulder die aktive Beweglichkeit erhöht werden soll, die Schmerzen verringert werden sollen oder aber beides. Ebenso sind in diesem Schritt die vom Nutzer auszuführenden medizinisch-therapeutischen und begleitenden Aktivitäten genauestens zu beschreiben. Dabei ist auch festzulegen, welche Aktivitäten explizit nicht durchgeführt werden sollen. So sind von einem Nutzer in den ersten zwei Wochen nach der Operation lediglich passive Übungen und leichte Rotationsbewegungen auszuführen, jedoch noch keine Übungen zur Schulterflexion und -abduktion. Im nächsten Schritt sind übliche Symptome sowie kognitive und physische Einschränkungen zu ermitteln, die einen Einfluss auf die Nutzung der Anwendung haben können. Fähigkeitsbeurteilungen (*Ability Assessments*) sind dabei auch für spätere

Anpassungen an den Gesundheitszustand essentiell, um die Motivation der Nutzer hochzuhalten [274]. Bspw. weisen Patienten mit einer Frozen Shoulder im Verlauf der Erkrankung unterschiedlich starke Bewegungseinschränkungen und Schmerzen in der Schulter auf sowie Ängste, die je nach Individuum schließlich in unterschiedlichem Bewegungsumfang münden. Beim Einsatz von Übungen wäre folglich darauf zu achten, dass das Schwierigkeitslevel an den individuellen Patienten anpassbar ist oder ein Kontingent an leichten und schwierigen Aufgaben zur Verfügung steht, aus denen der Nutzer und/oder auch der behandelnde Therapeut auswählen kann (*Individualisierung*). Dies verhindert, dass sich Patienten mit zu schwierigen, eventuell sogar unlösbaren Aufgaben konfrontiert sehen, die zu Fehlschlägen und schließlich Demotivation führen [274]. Hat ein Patient zusätzlich kognitive Einschränkungen, bspw. nach einem Schlaganfall, ist weiterhin darauf zu achten, dass die Aufgaben selbst nicht zu komplex gestaltet und einfach erklärt sind. Auch die Navigation durch die Anwendung sollte dementsprechend simpel sein. Zur Adressierung der medizinisch-therapeutischen Anforderungen an die Zielgruppe ist es nun erforderlich, spielerische Aspekte mit in den Design-Prozess einzubeziehen.

Spielerische Aspekte

Beim Einsatz von Gamification ist es nicht ausreichend, zu überlegen, wozu eine Spiele-Komponente eingesetzt wird, sondern auch wer die potentiellen Nutzer dieser sind [282]. Gemäß Hamari & Tuunainen [282] lässt sich die Zielgruppe hierfür aus vier Richtungen beschreiben: Geographisch, demographisch, psychographisch und behavioristisch. Während es bei der geographischen Perspektive um kulturelle Unterschiede in Spielen geht, werden bei der demographischen Perspektive u. a. Alters- und Geschlechterunterschiede untersucht [282]. Grundsätzlich gilt, dass sowohl Männer (49%) als auch Frauen (44%) in Deutschland Computer- oder Videospiele spielen, wobei der Anteil der Männer, die mehrmals pro Woche spielen, etwa doppelt so hoch ist wie der der Frauen (Stand 2020) [283], [284]. Der Unterschied liegt lediglich im gewählten Genre. Während Frauen eher zu Gelegenheitsspielen greifen, finden sich Männer mehr in Actionspielen wieder. In Bezug auf das Alter lassen sich hingegen deutliche Unterschiede erkennen. Während in der Altersgruppe von 16-22 Jahren etwa 75% und in der Altersgruppe von 30-49 Jahren etwa 66% aller Personen zumindest ab und an ein Computerspiel spielen, sind es in der Altersgruppe über 65 Jahren nur noch etwa 13% [285]. Dementsprechend muss bei der Entwicklung von spielerischen Anwendungen für diese Altersgruppe besonders auf deren Bedürfnisse eingegangen werden. Gemäß einer Studie aus dem Jahr 2014 lassen sich gerade ältere Personen durch Lehr-, Puzzle- und Strategiespiele sowie Simulatoren und Adventure begeistern [286]. In Bezug auf das Spiel-Design werden u. a. *Wettbewerbe um einen High-Score*, *Herausforderungen*, *Entdecken und Suchen*, *intellektuell anregende Inhalte* und *realistische Graphiken* als besonders interessant eingestuft. Ebenso ist bei spielerischen Anwendungen für Kinder auf eine altersgerechte Aufbereitung der Inhalte zu achten.

Die meisten Arbeiten zu Spielertypen beschäftigen sich mit einer Kombination aus der psychographischen und behavioristischen Perspektive. Hierbei geht es um die Einstellungen, Interessen und das Verhalten der Nutzer, insbesondere im Hinblick darauf, warum eine spielerische Anwendung vom Nutzer verwendet wird (z. B. Entspannung, Ablenkung) und wie sich der Nutzer in dieser verhält. Eine der bekanntesten Taxonomien zur Beschreibung des

In-Game-Verhaltens eines Nutzers ist das Vier-Spieler-Model (Four Player Model, FPM) von Bartle, das später von ihm selbst zu einem Acht-Spieler-Model (Eight Player Model) weiterentwickelt wurde. Mit diesem ergänzt er die zwei ursprünglichen Dimensionen *Aktion/Interaktion* und *Spieler-/Weltorientierung* um die Dimension *explizit/implizit*. Mit dieser unterscheidet er, ob ein Nutzer aktiv über sein Verhalten in einer spielerischen Anwendung nachdenkt und diese plant (*explizit*), oder aber intuitiv handelt (*implizit*). [282]

1. *Achiever* agieren am liebsten in der spielerischen Welt, indem sie Aufgaben lösen und/o-der Erfolge sammeln. Ihr Ziel ist es zu gewinnen. *Planners vs. Opportunists* [287]
2. *Explorer* interagieren am liebsten mit der spielerischen Welt, indem sie diese erkunden. Ihr Ziel ist es, so viel Neues wie möglich zu entdecken. *Scientists vs. Hackers* [287]
3. *Killer* agieren am liebsten mit anderen Spielern oder NSCs, indem sie mit diesen im Wettbewerb stehen. Ihr Ziel ist es gegen andere anzutreten, um diese zu dominieren. *Politicians vs. Grievers* [287]
4. *Socializer* interagieren am liebsten mit anderen Spielern oder auch NSCs. Ihr Ziel ist es, neue Kontakte zu knüpfen und zu kommunizieren. *Networkers vs. Friends* [287]

Bei den Spielertypen nach Bartle ist zu beachten, dass es sich bei diesen vielmehr um einen dynamischen Zustand handelt, in dem sich ein Nutzer befindet und der sich im Spielverlauf weiterentwickeln kann, als um eine Kategorie in die dieser einzuordnen wäre. I. d. R. weisen Nutzer alle Eigenschaften auf, jedoch in unterschiedlicher Ausprägung. Folglich bietet sich eine quantitative Betrachtung des Spielertyps an, die durch Befragungen der Zielgruppe erhoben werden kann, z. B. mittels Bartle-Test²⁴. Neben den zum FPM äquivalenten Dimensionen *Leistung/Erfolg*, *Erforschung*, *Dominanz* und *Soziabilität* erfolgt hierbei häufig eine Ergänzung um die *Immersion*. Um eine möglichst breite Masse unterschiedlicher Persönlichkeiten anzusprechen, sollten, wenn möglich, alle Spielertypen in einer Anwendung adressiert werden. [282]

4.5.4.2 Regeln und Ziele

Regeln und Ziele sind elementare Bestandteile spielerischer Anwendungen. Regeln dienen primär dazu Nutzern zu vermitteln, was in einer Anwendung getan werden kann und was nicht [272]. Sie klären damit zumeist direkt zu Beginn, welche Erwartungen ein Nutzer an eine Anwendung haben kann. Hierfür ist es erforderlich, die verwendeten Regeln für den Nutzer transparent zu machen, bspw. durch Erklärungen, aber auch durch implizite Darstellungen. So gibt es feste Regelwerke, um Abzeichen und Punkte zu sammeln oder neue Inhalte freizuschalten. Dem Nutzer wird dabei im Spielverlauf selbst schnell klar, wie dies geschieht [272]. Regeln dienen weiterhin dazu, Prozesse zu steuern und somit Zufallsaktionen zu vermeiden [272].

Die Definition klarer Ziele zählt zu den Grundprinzipien des Spiel-Designs [21]. Dabei geht es nicht nur darum, einem Nutzer das übergeordnete Ziel einer spielerischen Anwendung zu verdeutlichen, bspw. Unterstützung der Rehabilitation, sondern auch darum einzelnen Aktivitäten und Aufgaben in der Anwendung durch klare Ziele Bedeutung zu verleihen (*Epic Meaning*) [22]. So handeln Nutzer stets „zielorientiert und können durch sinnvolle Ziele motiviert werden“ [22]. Ziele können entweder in Form von Quests und Aufgaben beschrieben werden

²⁴ <https://matthewbarr.co.uk/bartle/>

oder sich aus den Spiele-Komponenten ableiten lassen. So wird einem Nutzer schnell klar, dass er Coins in einem Spiel sammeln muss, um sich mit diesen Items bei einem Händler zu kaufen, die es ihm ermöglichen schneller in der spielerischen Anwendung voran zu kommen (*Aufgabenziele*). Im Rahmen medizinisch-therapeutischer Anwendungen werden Ziele in Form von Tages- oder Wochenzielen darüber hinaus häufig mit der Erfüllung einer festen Anzahl von Aufgaben oder Wiederholungen dieser bis zu einer bestimmten Frist verknüpft [268].

4.5.5 Ein Gamification-Framework zur Adhärenzsteigerung in der Rehabilitation

Spiel-Design-Elemente können als Anreize dazu beitragen kognitive, soziale und emotionale Bedürfnisse zu befriedigen, wie das Streben nach Erfolg und sozialer Interaktion [263]. Die durch Gamification angestrebte Transformation von Rehabilitationsprozessen kann sowohl die Adhärenz zu einzelnen Handlungen und Aufgaben steigern als auch den Nutzer dazu bewegen, auf GISMOR basierende DiGA kontinuierlich zu verwenden, um somit eine angemessene Adhärenz über mehrere Phasen des Rehabilitationsprozesses zu erreichen [258]. Die vorangehenden Analysen konnten bereits die Herausforderungen im Hinblick auf die Therapieadhärenz in Rehabilitationsprozessen aufzeigen und diese in Form einer Ontologie formalisieren (Abschnitt 4.4). Nun gilt es, einzelne Adhärenzfaktoren gezielt durch Spiel-Design-Elemente zu adressieren. Vorbereitend wurden in Unterabschnitt 4.5.3 einzelne Spiele-Komponenten hinsichtlich ihrer potentiellen Wirkung auf die Motivation beschrieben. Implizit konnten somit bereits mögliche Lösungsansätze für die zugrundeliegenden Probleme einer geringen Therapieadhärenz aufgezeigt werden. Aufbauend hierauf sind entsprechend der Zielbaummethode [288] für einzelne harte Adhärenzfaktoren mögliche spielerische Lösungen herauszuarbeiten. Die Ermittlung der Lösungsansätze erfolgt systematisch anhand einzelner Ebenen (Abbildung 4-11).

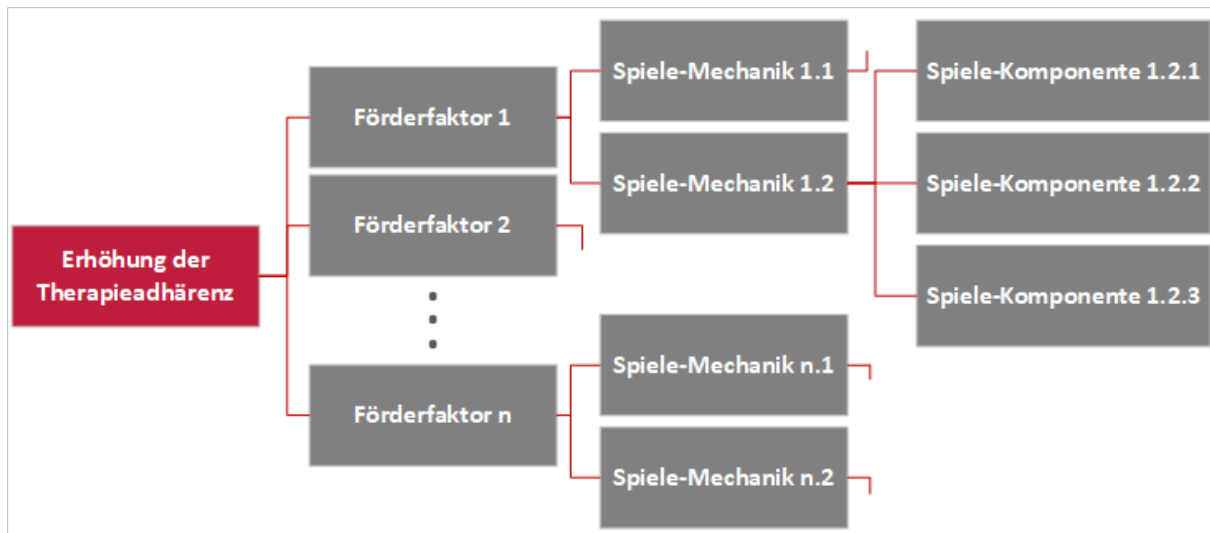


Abbildung 4-11: Metamodel eines Zielbaums zur Erhöhung der Therapieadhärenz mittels Gamification

Auf der ersten Ebene sind zunächst die grundsätzlichen Maßnahmen zur Steigerung der Therapieadhärenz zu sammeln. Folglich findet eine Betrachtung der generischen Adhärenzfaktoren als Förderfaktoren statt. Auf der zweiten Ebene wird versucht, die einzelnen Maßnahmen mit förderlichen Spiele-Mechaniken und/oder Rahmenbedingungen von Gamification zu verknüpfen, durch die die auf Ebene 1 beschriebenen Förderfaktoren entweder direkt oder indirekt

adressiert werden können. Ist dies nicht möglich, wird eine Zwischenebene eingebunden. Diese beschreibt zunächst weitere Förderfaktoren, die einen positiven Einfluss auf den Adhärenzfaktor auf der ersten Ebene haben können. Die unterste Ebene dient schließlich der Identifikation und Beschreibung konkreter Maßnahmen in Form von Spiele-Komponenten oder Design-Prinzipien, die zu diesem Zweck eingesetzt werden können. Zur Wahrung einer besseren Übersichtlichkeit wird pro Adhärenzdimension mind. ein Zielbaum als visuelle Repräsentation der möglichen Lösungsansätze entwickelt (Anhang 3, S. 201).

4.5.5.1 Adressierung patientenbezogener Adhärenzfaktoren

Die patientenbezogenen Adhärenzfaktoren stellen die wohl umfangreichste Adhärenzdimension dar. Insgesamt konnten 17 zu adressierende harte Adhärenzfaktoren identifiziert werden.

1. Alter und Geschlecht (indirekt)

Das Alter und Geschlecht eines Individuums stellen zentrale demographische Charakteristiken dar, die eng mit dem generellen Gesundheitszustand (Komorbiditäten, Gebrechlichkeit) und auch ihrem sozioökonomischen Status (Erwerbsstatus, Bildungsstand) verknüpft sind. Sowohl auf das Alter als auch das Geschlecht kann mit Hilfe von Spiel-Design-Elementen kein direkter Einfluss genommen werden. Jedoch kann das spielerische Design hier einen wesentlichen Teil dazu beitragen, dass andere Spiele-Komponenten vom Patienten besser akzeptiert werden und somit auch besser ihre Wirkung entfalten können. Wie in Unterabschnitt 4.5.4 beschrieben, sind demnach Alters- und Geschlechterunterschiede bei der Auswahl und der Umsetzung einzelner Spiele-Komponenten zu berücksichtigen. Neben der Wahl eines alters- und geschlechtergerechten Genres inkl. der Auswahl der entsprechenden Spiele-Komponenten, spielen auch die Komplexität der spielerischen Anwendung und einzelner Aufgaben eine wesentliche Rolle. Insbesondere bei einer heterogenen Zielgruppe ist auf Variabilität im Hinblick auf den Spielstil und eine individuelle Schwierigkeitsanpassung zu achten.

2. Handlungsergebniserwartung (direkt)

Die Handlungsergebniserwartung beschreibt die Überzeugungen eines Individuums bzgl. der Wirkung und/oder des persönlichen Nutzens einer therapeutischen Maßnahme oder der gesamten Rehabilitation. Um eine positive Handlungsergebniserwartung zu erreichen, ist es in erster Linie notwendig, die Gesundheitskompetenz des Patienten zu erhöhen. Diese kann u. a. durch eine adäquate Bereitstellung von Informationen zu den möglichen therapeutischen Maßnahmen sowie den Folgen einer Nicht-Behandlung unterstützt werden (*Furchtappelle*). Gamification kann in Form von erklärenden Nachrichten und kaskadierenden Informationen dazu beitragen, Wissen einfacher und gezielter zu vermitteln, ohne den Patienten mit einer Informationsflut zu überfordern. In späteren Phasen der Rehabilitation kann es sinnvoll sein, mit Quizen das bereits erlangte Wissen abzufragen, um es dem Patienten ins Gedächtnis zu rufen und erneut hierauf aufmerksam zu machen. Auch der Einsatz von sozialen Medien kann dabei unterstützen, einen Patienten davon zu überzeugen, dass eine Therapie Wirkung hat, bspw. durch den Austausch von Erfahrungen mit anderen Betroffenen. Um den Nutzen einer Maßnahme zu verdeutlichen, ergibt es darüber hinaus Sinn, den Aufgaben in einer spielerischen Anwendung Bedeutung zu verleihen, mit dem Ziel, dass sich diese auf die zugrundeliegende Therapie überträgt.

Bedeutung und Teilhabe können über unterschiedliche Spiele-Komponenten adressiert werden, wie bspw. Hauptquests, Teams und Handel. Auch die Steigerung von Optimismus gegenüber der Wirksamkeit einer bestimmten therapeutischen Maßnahme oder der gesamten Rehabilitation kann sich positiv auf die Handlungsergebniserwartung auswirken. Neben motivierenden Nachrichten können hierzu Quests eingesetzt werden. Da die Handlungsergebniserwartung auch von der Beziehung zwischen dem Patienten und seinen Behandlern beeinflusst wird, ist hier ebenfalls unterstützend zu agieren (Details in Unterabschnitt 4.5.5.5).

3. Erfahrungen mit dem Gesundheitssystem (indirekt)

Negative Erfahrungen mit dem Gesundheitssystem, die ein Individuum in der Vergangenheit gesammelt hat, lassen sich im Nachhinein nicht verändern, weder durch konventionelle Methoden noch durch Gamification. Jedoch ist es möglich, Patienten dabei zu unterstützen, diese Erfahrungen leichter zu verarbeiten bzw. zu kompensieren, um damit weiteren rehabilitativen Maßnahmen positiv(er) oder zumindest offener gegenüber eingestellt zu sein. Wie auch bei der Handlungsergebniserwartung spielt hier die Aufklärung der Patienten eine zentrale Rolle. Neben Informationen zu möglichen therapeutischen Maßnahmen und den Folgen einer Nicht-Behandlung sind auch Informationen zur Erkrankung sowie den finanziellen Unterstützungsmöglichkeiten und bürokratischen Regelungen im Gesundheitssystem zu vermitteln. Gamification kann hierbei wiederum mit kaskadierenden Informationen, erklärenden Nachrichten oder auch dem Einsatz von sozialen Medien unterstützen. Neuer Optimismus lässt sich darüber hinaus aus motivierenden Nachrichten und Quests schöpfen. Besonders soziale Medien können dabei helfen, negative Erfahrungen durch die positiven Erfahrungen anderer Patienten zu kompensieren. Aber auch der Austausch mit Anderen zu den jeweils gesammelten negativen Erfahrungen kann dazu beitragen, diese leichter zu verarbeiten. Konträr ist es aber auch möglich, dass die eigenen negativen Erfahrungen durch die anderer Patienten nochmals verstärkt werden. Dies ruft zwar ein Gefühl der Verbundenheit hervor, wirkt aber der Therapieadhärenz entgegen.

4. Kontrollüberzeugungen (direkt)

Die Kontrollüberzeugungen beschreiben inwieweit ein Individuum wahrnimmt, ob ein Ereignis der eigenen Kontrolle oder externen Faktoren unterliegt, wie anderen Personen oder dem Zufall. Zur Steigerung der Therapieadhärenz sollten Patienten über eine möglichst hohe interne Kontrollüberzeugung verfügen. Einem Patienten muss folglich klar sein, dass sich seine Handlungen und Verhaltensweisen sowohl positiv als auch negativ auf ein Ereignis bzw. einen Zustand auswirken können, hier insbesondere auf den eigenen Gesundheitszustand und den Genesungsprozess. Wie bereits zuvor beschrieben, spielt auch hierbei die Gesundheitskompetenz eine wesentliche Rolle. Im Vordergrund steht die Vermittlung von Informationen zur positiven Wirkung therapeutischer Maßnahmen und zu den Folgen einer Nicht-Behandlung bzw. einer nicht regelmäßigen Wahrnehmung einzelner Dienstleistungen. Durch leistungsabhängiges Feedback kann einem Patienten direkt vermittelt werden, welchen Einfluss eine Handlung auf ein Ereignis hat. Dabei ist es nicht nur möglich, spielerische Handlungen zu bewerten, sondern auch therapeutische. Neben Erfolgen, motivierenden Nachrichten und Punkten können hierzu Fortschrittsanzeigen und Ranglisten angewendet werden. Eng verbunden hiermit ist das Motiv der Wertschätzung und Anerkennung für eine Handlung, die ein Patient zusätzlich durch das

Freischalten von Inhalten und virtuellen Gütern erhöhen kann. Maßgebend bei der internalen Kontrollüberzeugung ist allerdings das Autonomieempfinden. So unterliegt ein selbstbestimmtes Handeln immer der eigenen Kontrolle des Patienten. Ausnahmen existieren nur durch Regeln in der spielerischen Umgebung sowie etwaige Zufallsmechanismen. Der Einsatz von Spiele-Komponenten, wie Avataren und Sammlungen, hat nicht nur zum Ziel, die Selbstbestimmung in der spielerischen Umgebung zu stärken, sondern diese auch auf den Rehabilitationsprozess zu übertragen. Hierfür bietet es sich an, konkrete therapeutische Maßnahmen oder hiermit assoziierte Ereignisse und Ziele mit den entsprechenden Spiele-Komponenten zu verknüpfen. Weiterhin sollte ein Patient stets das Gefühl haben, an einer Aufgabe teilzuhaben.

5. Wissen über die Erkrankung, Symptome und Behandlung (direkt)

Wissen über die zugrundeliegende Erkrankung, die Symptome dieser und mögliche Behandlungsalternativen inkl. der Nebenwirkungen stellen einen zentralen Baustein der Gesundheitskompetenz eines Individuums dar. Gamification kann dazu beitragen, Wissen einfacher und gezielter zu vermitteln, ohne den Patienten mit einer Informationsflut zu überfordern, um damit die Wissbegierde des Patienten zu befriedigen. Dies kann u. a. in Form einfacher erklärender Nachrichten stattfinden oder aber auch über das Prinzip der kaskadierenden Informationen. Ziel ist es, dem Patienten immer dann Informationen zur Verfügung zu stellen, wenn er sie benötigt. Je nachdem welche Daten zum Patientenprofil zur Verfügung stehen, können Informationen nicht nur entsprechend des Fortschritts in einer Anwendung vermittelt werden sondern auch patientenindividuell, bspw. in Abhängigkeit vom Gesundheitszustand oder der aktuellen Rehabilitationsphase, den bereits durchgeführten oder geplanten therapeutischen Maßnahmen sowie den Interessen eines Patienten. Ergänzend können einfache Quizze das bereits erlangte Wissen abfragen, um dies zu festigen oder im späteren Verlauf erneut ins Gedächtnis zu rufen. Eine weitere Möglichkeit zur Vermittlung von Wissen sind Stories. Hier können Informationen in den Subtext der Erzählung oder eine Rahmengeschichte eingebunden werden. Der Patient muss somit nicht aktiv werden, um mehr Informationen abzurufen, sondern erhält diese allmählich mit dem Fortschreiten der Story. Auf diese Weise kann dem Wissenszuwachs gleichzeitig Bedeutung verliehen werden, sodass auch Patienten, die nicht aktiv nach Wissen streben, motiviert sind, dieses zu erhalten. Grundsätzlich ist bei jeglicher Form der Wissensvermittlung auf eine zielgruppengerechte Aufbereitung der Informationen entsprechend der kognitiven Fähigkeiten des Patientenkollektivs zu achten. Die soziale Unterstützung gilt als ein wesentlicher Einflussfaktor auf das Wissen eines Patienten und sollte dementsprechend parallel adressiert werden (Details in Unterabschnitt 4.5.5.2).

6. Vorangehendes Adhärenzverhalten (indirekt)

Das vorangehende Adhärenzverhalten kann im Nachhinein weder durch konventionelle Methoden noch durch Gamification beeinflusst werden. Jedoch ist es möglich, dem Patienten sein positives wie auch negatives Adhärenzverhalten der Vergangenheit vor Augen zu führen, bspw. durch Fortschrittsanzeigen und Leistungsgraphen. Im Fokus stehen dabei die Reflektion der eigenen Leistung und das Steigern von Zufriedenheit, indem ein adhärenteres Verhalten fortgesetzt oder neu erlangt wird. So können Belohnungen verwendet werden, um einem Patienten zu verdeutlichen, dass sich ein adhärenteres Verhalten lohnt. Dabei sollte für den Patienten stets

sichtbar sein, dass sich eine Belohnung auf ein positives Verhalten der Vergangenheit bezieht. Abzeichen und Erfolge, Punkte oder Sammlungen als Hauptziele dienen dabei dazu, das eigene bisherige Adhärenzverhalten direkt zu bewerten. Beim Einsatz von leistungsbezogenen Spiele-Komponenten, die nicht implizit als Sammlungen festgehalten werden, wie Bosskämpfe, Freischalten von Inhalten, Quests oder Fortschrittsleveln, ist darauf zu achten, dass auch hier klar wird, dass diese erst durch ein adhärentes Verhalten in der Vergangenheit erzielt werden konnten. Bosskämpfe, Level und Quests könnten bspw. mit einer einfachen Liste verknüpft werden, die anzeigt, welche Bosse bereits besiegt bzw. welche Level und Quests bereits abgeschlossen wurden. Rang- und Bestenlisten können darüber hinaus Aufschluss darüber geben, wie 'gut' das bisherige adhärente Verhalten im Vergleich zu anderen ist. Insgesamt ist aber darauf zu achten, dass die repräsentierten Leistungen nicht zu stark von den individuellen Fähigkeiten eines Patienten abhängen, da nicht jeder adhärente Patient auch leistungsstark ist.

7. Intention (direkt)

Die Intention beschreibt die Absicht eines Individuums, sein Verhalten zu ändern oder eine Handlung auszuführen. Gemäß PMT wird die Intention im Wesentlichen durch (Furcht-)Appelle beeinflusst. Gamification kann in Form von einfachen, expliziten textuellen Nachrichten als Furchtappell eingesetzt werden. So ist es möglich, einem Patienten zu verdeutlichen, dass sein Gesundheitszustand bedroht ist und dieser nur durch die Ausführung bestimmter Handlungen gesichert werden kann. Dabei sind gleichermaßen die negativen Folgen einer Nicht-Behandlung aufzuzeigen. Furchtappelle können auch in eine Erzählung oder Rahmengeschichte eingebunden werden. Ziel ist es, die in einer spielerischen Umgebung empfundene Bedrohung innerhalb der Story auf die Situation des Patienten zu übertragen und damit die Ausführung einer bestimmten Handlung zu suggerieren. Intention lässt sich aber auch durch einfache Trigger fördern, die an ein Verhalten erinnern und damit an die eigene Intention appellieren.

Gemäß PMT nehmen auch die Bedrohungs- und Bewältigungseinschätzung Einfluss auf die Intention. Die Bewältigungseinschätzung basiert auf der Selbstwirksamkeit, der Handlungsergebniserwartung und den Handlungskosten. Letztere lassen sich durch Gamification zwar nicht reduzieren, können aber durch Spiele-Komponenten vom Patienten als geringer wahrgenommen werden, als sie tatsächlich sind. Hierfür ist es erforderlich, den Patienten so tief wie möglich ins spielerische Geschehen eintauchen zu lassen. Immersion lässt sich besonders gut durch das Freischalten von Inhalten, Stories und Avatare erreichen. Aber auch komplexe Aufgaben, wie Rätsel und Quests lassen einen Patienten sich in eine Aufgabe vertiefen und die Umwelt vergessen. Voraussetzung ist, dass die spielerische Anwendung auf die medizinischen und spielerischen Bedürfnisse, d. h. den jeweiligen Spielertyp, angepasst ist.

Die wahrgenommene gesundheitliche Bedrohung setzt sich aus dem Schweregrad der Erkrankung, der wahrgenommenen Verwundbarkeit sowie intrinsischer und extrinsischer Belohnung zusammen. So ist es möglich, die Bedrohungseinschätzung zu reduzieren, indem ein Patient Wertschätzung und Anerkennung durch Belohnungen für ein positives Verhalten erhält, bspw. durch Punkte, virtuelle Güter oder motivierende Nachrichten. Zur Steigerung intrinsischer Belohnung spielt die Selbstbestimmung eine wesentliche Rolle, die u. a. durch Avatare, Sammlungen, Kämpfe und Marktplätze adressiert werden kann. Gemäß TPB wird die Intention

zudem durch die subjektive Norm beeinflusst. Sozialer Druck zur Ausführung einer Handlung lässt sich nicht nur durch ein Gefühl der Zugehörigkeit beeinflussen, sondern auch durch sozialen Wettbewerb. Daher können neben sozialen Medien, Abzeichen und Teams auch Rang- und Bestenlisten sowie Avatare als Partner sozialen Druck erzeugen. Hierdurch kann nicht nur aufgezeigt werden, dass andere Betroffene das angestrebte Zielverhalten ebenfalls aufweisen bzw. anstreben, sondern auch, dass diese es eventuell sogar besser tun, was zusätzlichen Druck erzeugt. Auch beim Einsatz von sozialen Medien geht es hierbei nicht nur darum, die Interaktion und den Austausch mit anderen zu fördern, sondern auch den sozialen Wettbewerb.

8. Extrinsische und intrinsische Motivation (direkt)

Das Ziel der Nutzung von Spiel-Design-Elementen in der Rehabilitation ist es, Patienten dazu zu motivieren kontinuierlich am Rehabilitationsprozess teilzuhaben und die damit verbundenen rehabilitativen Maßnahmen dauerhaft auszuführen. Wie bereits beschrieben, kann Gamification dabei nicht nur die extrinsische sondern auch die intrinsische Motivation fördern (vgl. Unterabschnitt 4.5.2). Spiel-Design-Elemente werden hierbei als Anreize eingesetzt, die die Umwelt bzw. Situation adaptieren und somit auf die Motivation einwirken. Ob und wie genau einzelne Spiele-Komponenten dabei auf die Motivation wirken, ist vom individuellen Patienten abhängig. Grund hierfür ist, dass ebenso wie bei der Adhärenz eine Vielzahl von Faktoren einen Einfluss auf die Motivation hat, wie die Funktionsfähigkeit, demographische Charakteristika, Wissen und die soziale Unterstützung. Bei der Betrachtung der Motivation als Adhärenzfaktor kann man folglich nicht explizit festhalten, welche Spiel-Komponenten besonders gut geeignet sind, um diese in einen Förderfaktor umzuwandeln. Vielmehr ist hierbei, ebenso wie bei der Adhärenz im Allgemeinen, eine geeignete Auswahl und Kombination verschiedener Spiele-Komponenten unter Berücksichtigung der Zielgruppe oder gar patientenindividueller Charakteristika anzustreben. Für eine optimale motivierende Wirkung sind demnach mittels Spiele-Komponenten möglichst alle psychologischen Grundbedürfnisse zu adressieren.

9. Wahrgenommene Barrieren (direkt)

Die wahrgenommenen Barrieren beschreiben vom Patienten wahrgenommene persönliche, soziale und umweltbedingte Faktoren, die ihn daran hindern eine bestimmte Handlung durchzuführen oder ein bestimmtes Verhalten aufzuweisen. Neben der wahrgenommenen Beeinträchtigung und der Funktionsfähigkeit nehmen auch die wahrgenommene soziale Unterstützung sowie die Kosten und Erreichbarkeit einer Therapie Einfluss auf diesen Adhärenzfaktor. Die wahrgenommenen persönlichen Barrieren sind am einfachsten durch Gamification zu adressieren. So kann einem Patienten vermittelt werden, dass die als 'unüberwindbar' wahrgenommenen Barrieren, durchaus überwindbar sind. Dies kann u. a. durch die Reflektion der eigenen Leistungen geschehen. So tragen Fortschrittsanzeigen und Leistungsgraphen sowie Belohnungen dazu bei einem Patienten zu verdeutlichen, dass bestehende persönliche Barrieren bereits in der Vergangenheit überwunden werden konnten und somit auch in der Zukunft überwindbar sind. Leistungsbezogene Spiele-Komponenten mit einem Wettbewerbscharakter sollten an dieser Stelle jedoch mit Bedacht eingesetzt werden. Besonders bei leistungsschwächeren Patienten könnte eine niedrige Position in einer Rangliste zur Verstärkung der wahrgenommenen Barrieren beitragen. Daher sollte mit einer Bestätigung der Leistungsfähigkeit stets die Vermittlung

von Optimismus einhergehen. Einem Patienten ist mit Hilfe von erklärenden und motivierenden Nachrichten zu verdeutlichen, dass er durchaus in der Lage ist seine persönlichen Barrieren zu überwinden und somit etwas für seine Gesundheit zu tun. Motivierende Nachrichten, aber auch soziale Medien, wirken hierbei als verbale Verstärkung. Die damit verbundene Ermutigung des Patienten eine Aufgabe, eine Handlung oder ein Verhalten aus eigener Kraft ausführen bzw. erreichen zu können, lässt die wahrgenommenen Barrieren geringer erscheinen. Um Frustration und die damit möglicherweise einhergehende Verstärkung persönlicher Barrieren zu vermeiden, ist weiterhin auf eine individuelle Schwierigkeitsanpassung bei Aufgaben, Quests und Levels zu achten. Gleichmaßen gilt es dem Patienten durch bspw. Stories und Teams Sicherheit zu vermitteln, um die wahrgenommenen Barrieren nicht zusätzlich zu verstärken.

Eine Überwindung umweltbedingter Barrieren ist durch Gamification nicht direkt möglich. So können weder die Kosten für die Behandlung noch die Erreichbarkeit der Therapie adressiert werden. Es ist lediglich denkbar, die Erreichbarkeit zu beeinflussen, indem eine spielerische Anwendung selbst eine Form der Therapie darstellt auf die der Patient einfach zugreifen kann.

10. Wahrgenommene Beeinträchtigung (direkt)

Die wahrgenommene Beeinträchtigung beschreibt, als wie stark ein Individuum die tatsächliche Beeinträchtigung durch seinen Gesundheitszustand und die damit verbundenen funktionellen Einschränkungen empfindet. Ziel des Einsatzes von Gamification sollte es sein eine Balance in der wahrgenommenen Beeinträchtigung zu schaffen. Zum einen muss die vorliegende Beeinträchtigung von einem Patienten als so stark wahrgenommen werden, dass er einen Grund sieht aktiv etwas für die Verbesserung seines Gesundheitszustands zu tun (*Intention*). Zum anderen darf die wahrgenommene Beeinträchtigung aber auch nicht zu hoch sein, da der Patient sonst demotiviert und entmutigt wird, überhaupt wieder gesund zu werden bzw. die Beeinträchtigungen überwinden zu können. Ebenso wie die wahrgenommenen Barrieren kann die wahrgenommene Beeinträchtigung durch ein Zusammenspiel aus der Bestätigung der Leistungsfähigkeit und der Vermittlung von Optimismus adressiert werden. So können auch hier Fortschrittsanzeigen und Leistungsgraphen, Belohnungen, motivierende Nachrichten und soziale Medien eingesetzt werden, um die Leistungen eines Patienten zu reflektieren und ihn in seinen Aufgaben, seinen Handlungen und in seinem Verhalten zu bestärken. Darüber hinaus kann die Einbindung von medizinischen Assessments dazu beitragen, einem Patienten ein realistisches Bild seiner Beeinträchtigungen zu vermitteln. Besonders bei Patienten, die ihre eigene Beeinträchtigung als stärker wahrnehmen, als sie es eigentlich ist, kann dies motivierend wirken. Dabei spielt auch die Zufriedenheit des Patienten eine Rolle. Je zufriedener ein Patient mit sich selbst und seinen eigenen Leistungen ist, desto motivierter blickt er auch in die Zukunft und nimmt vorherrschende Beeinträchtigungen ggf. als nicht mehr so stark wahr. Diese Aussage lässt sich u. a. durch den Einfluss von Depressionen auf die wahrgenommene Beeinträchtigung stützen. Erklärende Nachrichten, soziale Medien und kaskadierende Informationen können ergänzend dazu eingesetzt werden, Patienten über die bestehenden Einschränkungen aufzuklären. Hierbei sollten insbesondere Informationen zu Symptomen und funktionellen Einschränkungen einer Erkrankung vermittelt werden sowie die Häufigkeit, Intensität und Dauer der mit einer Erkrankung einhergehenden Beeinträchtigungen. Zugleich hat ein Patient hierdurch ein klares Ziel vor

Augen. Da die wahrgenommene Beeinträchtigung von der Handlungsergebniserwartung beeinflusst wird, ist hier ebenfalls zu unterstützen (Details in 2. *Handlungsergebniserwartung*).

11. Selbstverständnis (direkt)

Das Selbstverständnis beschreibt die Fähigkeit eines Individuums die eigenen Eigenschaften, Fähigkeiten und das eigene Verhalten zu reflektieren. Um dies zu unterstützen, ist es notwendig, einem Patienten durch geeignete Spiele-Komponenten Feedback zukommen zu lassen, dass diesem u. a. Wertschätzung und Anerkennung vermittelt. Gleichzeitig können leistungsbezogene Spiele-Komponenten, wie Abzeichen, Leistungsgraphen und Punkte eingesetzt werden, um die eigenen Leistungen und das eigene Verhalten gezielt zu reflektieren oder sogar zu überprüfen, bspw. durch den Einsatz von Quizen. Im Gegensatz zu den wahrgenommenen Barrieren können hierbei auch Spiele-Komponenten mit einem Wettbewerbscharakter zum Einsatz kommen. So fördert der Vergleich mit anderen das Selbstverständnis zusätzlich, indem die eigenen Leistungen nicht nur intraindividuell sondern auch darüber hinaus bewusst wahrgenommen werden. Aus diesem Grund stellt auch die soziale Anerkennung einen wesentlichen Faktor zur Stärkung des Selbstverständnisses dar. Feedback und die Bestätigung anderer können dazu beitragen, dass ein Patient beginnt seine eigenen Leistungen aktiv zu reflektieren. Dabei wirkt nicht nur ein explizites Feedback positiv auf das Selbstverständnis, sondern auch die implizite Bestätigung einer Leistung, bspw. durch Schenken und Tauschen oder virtuelle Güter.

Gemäß PMT stellt die Bewältigungseinschätzung des Patienten eine wesentliche Voraussetzung für ein adäquates Selbstverständnis dar. Somit sollte ein Patient davon überzeugt werden, dass er eine bestimmte Aufgabe oder Handlung auch erfüllen bzw. ein bestimmtes Ziel erreichen kann. Wie bereits im Rahmen der wahrgenommenen Bedrohung beschrieben, lässt sich dieser Prozess durch die Vermittlung von Optimismus unterstützen.

12. Selbstwertgefühl/Selbstachtung (direkt)

Das Selbstwertgefühl beschreibt die subjektive Bewertung des eigenen Wertes eines Individuums – ‘ich werde gemocht’. Um ein positives Selbstwertgefühl zu fördern, ist es notwendig, einem Patienten Wertschätzung und Anerkennung zukommen zu lassen. Dies ist u. a. durch den Einsatz von Belohnungen, wie Abzeichen, Punkten oder Items möglich, aber auch durch motivierende Nachrichten und das Freischalten von Inhalten. Das Selbstwertgefühl weist außerdem einen sozialen Charakter auf. Dementsprechend sind Spiele-Komponenten zur Steigerung der sozialen Interaktion und dem sozialen Austausch sowie zur Verbesserung des Zugehörigkeitsgefühls zu implementieren. Soziale Medien und einfache Chatfunktionen können dabei nicht nur den Austausch zwischen den Betroffenen unterstützen, sondern auch den Austausch zwischen dem Patienten und seinen Freunden und/oder Verwandten. Soziale Graphen mit integrierten Kommunikationsmöglichkeiten sind dabei besonders gut geeignet, um einem Patienten soziale Unterstützung zukommen zu lassen (Details in Unterabschnitt 4.5.5.2).

Auch die kognitive Funktionsfähigkeit nimmt Einfluss auf das Selbstwertgefühl. Zwar lassen sich die Gedächtnis-, Aufmerksamkeits- und Sprachfähigkeit eines Patienten nicht direkt durch Gamification beeinflussen, jedoch ist es möglich diese beim Design einer spielerischen Anwendung mit einzubeziehen, um besser auf die individuellen Anforderungen der Zielgruppe eingehen zu können. So ist auf eine angemessene Komplexität der Aufgaben zu achten sowie

auf eine adäquate Aufbereitung von Informationen und Anweisungen. Um einem Patienten darüber hinaus seine Unsicherheit zu nehmen bzw. diese zu verringern, kann es helfen die spielerische Anwendung als sichere Umgebung zu nutzen in der sich der Patient wohl fühlt.

13. Selbstwirksamkeit (direkt)

Wie bereits aus der PMT bekannt ist, stellt die Selbstwirksamkeit ein umfangreiches Konstrukt dar, welches durch eine Vielzahl anderer Adhärenzfaktoren beeinflusst wird. So sind die Überzeugungen einer Person ein erforderliches Verhalten auch tatsächlich ausführen zu können abhängig von den bereits analysierten Adhärenzfaktoren Geschlecht und Kontrollüberzeugungen. Ebenso wirken sich auch die Erfahrungen eines Patienten, die Bewältigungseinschätzung und die Gesundheitsüberzeugungen auf die Selbstwirksamkeit aus. Wie unter 3. *Erfahrungen mit dem Gesundheitssystem* bereits beschrieben, lassen sich auch negative emotionale Erfahrungen sowie negative Erfahrungen mit Gesundheit, Sport und Training nicht im Nachhinein verändern. Jedoch ist es möglich, Patienten durch eine Erhöhung der Gesundheitskompetenz in Verbindung mit der Vermittlung von Optimismus dabei zu unterstützen diese Erfahrungen leichter zu verarbeiten bzw. zu kompensieren. Dies ist ebenfalls durch den Austausch der gesammelten negativen Erfahrungen mit anderen möglich. Die Gesundheitsüberzeugungen eines Patienten, d. h. dessen Einstellungen und Überzeugungen zur Therapie, lassen sich nur durch eine wie in 5. *Wissen über die Erkrankung, Symptome und Behandlung* beschriebene Erhöhung der Gesundheitskompetenz adressieren. So ist es wesentlich, einem Patienten durch adäquate Wissensaufbereitung in Form von kaskadierenden Informationen oder erklärenden Nachrichten die Notwendigkeit der Behandlung zu verdeutlichen. Darüber hinaus ist den therapeutischen Aufgaben Bedeutung zu verleihen, indem den Aufgaben und Handlungen in einer spielerischen Anwendung Bedeutung zukommt.

Bei den Gesundheitsüberzeugungen spielt außerdem die Zufriedenheit mit der Therapie eine wesentliche Rolle. Dementsprechend sind auch Spiele-Komponenten zur Steigerung der Zufriedenheit einzusetzen, wie motivierende Nachrichten, Level und virtuelle Güter. Hierbei sind auch die Rahmenbedingungen der spielerischen Umgebung zu beachten, damit ein Nutzer möglichst viel Spaß und Freude an dem Einsatz einer spielerischen Anwendung hat, die sich gleichermaßen auf die zugrundeliegende Therapie überträgt. Die Selbstwirksamkeit lässt sich weiterhin direkt durch Furchtappelle beeinflussen. Wie bereits unter 7. *Intention* beschrieben, können hierzu neben einfachen expliziten textuellen Nachrichten, Furchtappelle auch in eine Erzählung oder Rahmengeschichte eingebunden werden. Wichtig ist es dabei, dem Patienten die bestehende Bedrohung seines Gesundheitszustands vor Augen zu führen und die negativen Folgen einer Nicht-Behandlung aufzuzeigen. Demgegenüber kann aber in Abhängigkeit des jeweiligen Individuums auch eine verbale Verstärkung positiven Einfluss auf die Selbstwirksamkeit haben. Gleiches gilt für den Einsatz von belohnenden Spiele-Komponenten, wie dem Freischalten von Inhalten, Abzeichen oder Punkten.

14. Selbstkontrolle (direkt)

Selbstkontrolle beschreibt die Regulationsfähigkeit eines Individuums zur Verfolgung langfristiger Ziele, die zunächst mit unangenehmen Aufgaben „oder attraktiven aber unerwünschten Verhaltensweisen“ [289] einhergehen [289]. Selbstkontrolle lässt sich in verschiedene Prozesse

untergliedern: Planungsfähigkeit, Vergesslichkeitsvorbeugung, Zielvergegenwärtigung, Misserfolgsbewältigung, Selbstdisziplin und ängstliche Selbstmotivierung [289]. Sowohl die Planungsfähigkeit als auch die Zielvergegenwärtigung können durch klare Ziele und Regeln unterstützt werden. Dabei geht es nicht nur darum langfristige Ziele sondern auch Zwischenziele hervorzuheben. Deadlines und Countdowns können dabei sowohl zur Visualisierung der Zielerreichung verwendet werden, als auch zur Förderung der Selbstdisziplin. Hierfür bieten sich vom Patienten selbst gesetzte Ziele, Countdowns und Fristen an. Insgesamt ist darauf zu achten, dass sich die verwendeten Spiele-Komponenten direkt auf die zugrundeliegende Therapie bzw. das gewünschte Verhalten übertragen lassen. Zusätzlich können Trigger in Form von einfachen Nachrichten, Signalen oder Icons zur Vergesslichkeitsvorbeugung eingesetzt werden. Diese können jedoch nur positiv auf einen Patienten wirken, wenn bereits ein gewisses Maß an Motivation vorliegt. Die ängstliche Selbstmotivation kann in diesem Kontext wiederum durch Furchtappelle gesteigert werden, indem dem Patienten durch appellierende Nachrichten und Stories die Konsequenzen einer Nicht-Behandlung vor Augen geführt werden.

Eine substantielle Voraussetzung zur Selbstkontrolle ist die Reflektion der eigenen Leistungen, um die Misserfolgsbewältigung durch Selbstbestätigung zu erleichtern. Durch belohnende und leistungsbezogene Spiele-Komponenten, wie Abzeichen und Erfolge, Punkte und Fortschrittslevel, kann so u. a. Wertschätzung und Anerkennung als Bestätigung für bereits erbrachte Leistungen vermittelt werden. Wesentlich bei der Selbstkontrolle ist darüber hinaus die Selbstbestimmung. So sollte ein jedes Verhalten bzw. eine jede Handlung stets selbstbestimmt sein, damit eine Kontrolle über diese Handlungen/Verhaltensweisen auch dann vorliegt, wenn keine oder nur wenig Motivation vorhanden ist. Dementsprechend wirkt sich auch die Selbstwirksamkeit auf die Selbstkontrolle aus (Details in *13. Selbstwirksamkeit*).

15. Stress (direkt)

Stress kann durch den Einsatz von Gamification reduziert oder sogar vollständig abgebaut werden. Je tiefer ein Patient in das spielerische Geschehen eintaucht, desto mehr lenkt er seine Aufmerksamkeit hierauf, weg vom alltäglichen Leben und den damit verbundenen Problemen. Immersion kann besonders gut durch umfangreiche Stories und Avatare erreicht werden. Aber auch komplexe Aufgaben, wie Rätsel und Quests, lassen einen Patienten sich in eine Aufgabe vertiefen und die Umwelt vergessen. Aufgaben mit festen Zielen und klaren Regeln können den Stress eines Patienten zusätzlich reduzieren. Hierzu können Quests und Kämpfe, aber auch Wirtschaftssysteme eingesetzt werden. Spiele-Komponenten die Druck erzeugen sind derweil zu vermeiden. Zwar geben diese eine klare Linie und teilweise auch einen Zeitrahmen zum Erreichen einer Aufgabe vor, jedoch können sie auch innere Unruhe auslösen, die bei einem bereits gestressten Patienten zu noch mehr Stress führt. Wesentlich beim Design ist es außerdem, dass ein Patient Spaß und Freude am Einsatz einer spielerischen Anwendung hat. Demnach sollte zum Abbau von Stress auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Altersgruppen, Geschlechter und verschiedener Spielertypen geachtet werden. Auch externe Faktoren, wie die soziale Unterstützung spielen bei Stress eine zentrale Rolle (Details in Unterabschnitt 4.5.5.2).

4.5.5.2 Adressierung sozioökonomischer Adhärenzfaktoren

Insgesamt konnten zehn gesundheitszustandsbezogene Adhärenzfaktoren als harte Faktoren eingestuft werden. Faktoren des sozioökonomischen Status, wie das Einkommen, die familiäre Situation und der Familienstand/Ehestand, können durch Gamification weder direkt noch indirekt adressiert werden. Nur der zum sozioökonomischen Status zugehörige Bildungsstand ist bei der spielerischen Gestaltung mit zu berücksichtigen.

16. Arbeitssituation (indirekt)

Die Arbeitssituation, insbesondere die Qualität der Arbeit, lässt sich nicht direkt durch Gamification beeinflussen. Jedoch können erklärende Spiele-Komponenten, wie kaskadierende Informationen und Nachrichten, dazu beitragen einem Patienten den Zusammenhang zwischen der Arbeitssituation und der einer Rehabilitation zugrundeliegenden Erkrankung zu verdeutlichen. So kann sich die Qualität der Arbeit durch eine Verbesserung des Gesundheitszustands erhöhen, bspw. durch geringere Schmerzen, höheren Bewegungsumfang oder geringere Risiken eines erneuten Akutzustands (*Gefühl von Angst*). Gleiches gilt für die Wiederaufnahme einer Erwerbstätigkeit. Hier ist dem Patienten zu erläutern, dass dies nur durch eine dauerhafte Ausführung medizinisch-therapeutischer Maßnahmen möglich ist.

17. Bildungsstand (indirekt)

Der Bildungsstand beschreibt das Bildungsniveau eines Individuums. Dieses lässt sich ähnlich wie das Alter und Geschlecht nicht direkt durch Gamification beeinflussen, ist aber bei der Auswahl und Umsetzung einzelner Spiele-Komponenten zu berücksichtigen, um die Akzeptanz einer spielerischen Anwendung zu erhöhen. So ist wie bereits in Unterabschnitt 4.5.5.1 beschrieben u. a. auf eine zielgruppengerechte Aufbereitung von Informationen zur Wissensvermittlung entsprechend der kognitiven Fähigkeiten des Patientenkollektivs zu achten. Zum Einsatz kommen sowohl kaskadierende Informationen, erklärende Nachrichten als auch Rätsel und Quizze. Weiterhin ist die Komplexität der spielerischen Anwendung und einzelner Aufgaben auf die Zielgruppe anzurichten. Ziel ist es, sowohl Langeweile durch eine zu kleinschrittige Wissensvermittlung und zu einfache Aufgaben zu vermeiden als auch Frustration durch zu komplexe Wissensvermittlung und zu schwierige Aufgaben.

18. Personelle und gesellschaftliche Ressourcen (indirekt)

Die personellen und gesellschaftlichen Ressourcen beschreiben jegliche Ressourcen, die einem Individuum zur Durchführung rehabilitativer Maßnahmen zur Verfügung stehen. Hierzu zählen u. a. die häusliche Ausstattung und die zur Verfügung stehende Zeit, die auch durch familiäre Verpflichtungen und die Erwerbstätigkeit beeinflusst wird. Auch wenn es sich hierbei um externe Faktoren handelt, auf die Gamification keinen direkten Einfluss nehmen kann, so kann eine spielerische Anwendung dennoch dabei unterstützen die zur Verfügung stehenden Ressourcen effizienter einzusetzen. So sollte die spielerische Anwendung flexibel gestaltet sein, sodass sie vom Patienten immer dann genutzt werden kann, wenn die benötigte Zeit hierfür zur Verfügung steht. Dies ist besonders wichtig bei Anwendungen, die selbst eine oder mehrere therapeutische Maßnahmen zur Verfügung stellen. Dabei sollte stets auf klare Ziele und Aufgaben geachtet werden, bspw. durch Quests, Fristen und Abzeichen mit bekannten Anforde-

rungen für deren Erhalt. Große, unübersichtliche Ziele und Aufgaben sind zu vermeiden. Andernfalls sollte die Möglichkeit bestehen, diese in kleinere Teilziele bzw. -aufgaben untergliedern zu können, die auch in kurzer Zeit erfüllt werden können.

19. Behandlungskosten (indirekt)

Die Behandlungskosten beschreiben jegliche Kosten, die im Rahmen der Rehabilitation für ein Individuum entstehen, bspw. für Medikamente, im Rahmen von Zuzahlungen oder bei Zusatzleistungen. Weder Gamification noch konventionelle Methoden können die Behandlungskosten beeinflussen. Ist ein Patient nicht in der Lage zuzahlungspflichtige Dienstleistungen oder Zusatzleistungen als Eigenleistungen zu bezahlen, kann auch Gamification hieran nichts ändern. Hierbei ist angepasst an die Zielgruppe u. a. zu erklären warum manche Behandlungen zuzahlungsfrei sind und andere nicht. Sollte durch eine spielerische Anwendung eine Therapie zur Verfügung gestellt werden, ist bereits bei der Entwicklung auf ein geeignetes Geschäftsmodell zu achten, um aus Sicht des Patienten unnötige Kosten zu vermeiden (Details in Abschnitt 4.3).

20. Soziale Unterstützung (direkt)

Die soziale Unterstützung beschreibt jegliche informationelle, emotionale und praktische Unterstützung, die ein Individuum von Familie, Freunden und Kollegen sowie aus der Community bekommt. Sowohl die tatsächliche als auch die wahrgenommene soziale Unterstützung lassen sich positiv durch Gamification beeinflussen. In erster Linie ist es notwendig einem Patienten ein Gefühl der Zugehörigkeit zu vermitteln (*emotionale Unterstützung*). Soziale Medien und Teams mit realen Nutzern nehmen hierbei Einfluss auf die tatsächliche soziale Unterstützung. Durch Teams mit NCSs kann Einfluss auf die wahrgenommene soziale Unterstützung genommen werden. Soziale Medien und Chats dienen darüber hinaus dazu, Patienten *informationelle Unterstützung* zukommen zu lassen. So ist es möglich, hierüber mit anderen Betroffenen, aber auch mit Freunden, Familie und Kollegen, Informationen und Erfahrungen auszutauschen. Ebenso können Auktionshäuser, Wirtschaftssysteme sowie das Schenken und Tauschen zur Förderung der sozialen Interaktion und des sozialen Austauschs genutzt werden. Die wahrgenommene soziale Unterstützung lässt sich dabei ergänzend über Avatare als Partner und automatisierte Nachrichten adressieren. Motivierende Nachrichten und auch soziale Medien dienen darüber hinaus der verbalen Verstärkung, d. h. der *Bewertungs- und Einschätzungsunterstützung*. Bei der tatsächlichen sozialen Unterstützung spielt die soziale Anerkennung durch Tauschen und Handeln, Ranglisten und virtuelle Güter eine wesentliche Rolle. Die Bewertungsunterstützung kann in Form von Abzeichen, Punkten und motivierenden Nachrichten aber auch die wahrgenommene soziale Unterstützung beeinflussen. Darüber hinaus ist es denkbar, derartige belohnende Spiele-Komponenten nicht nur leistungsabhängig zu vergeben, sondern auch als soziale Elemente einzusetzen, die somit auch einen Einfluss auf die tatsächliche soziale Unterstützung nehmen. Hierzu ist es erforderlich auch Familie, Freunde oder Kollegen in die Nutzung einer spielerischen Anwendung einzubinden und es diesen zu ermöglichen einem Patienten virtuelle Belohnungen in Form von Punkten oder Abzeichen zukommen zu lassen. Hierbei können auch reale Belohnungen verwendet werden. So kann ein Familienmitglied einem

Patienten bspw. einen gemeinsamen Kinobesuch als Belohnung für das Erreichen eines bestimmten Ziels zukommen lassen. Die ‘Verwaltung’ der möglichen Belohnungen erfolgt dabei ebenso über die spielerische Anwendung wie bei virtuellen Belohnungen.

4.5.5.3 Adressierung therapiebezogener Adhärenzfaktoren

Insgesamt konnten acht therapiebezogene Adhärenzfaktoren als harte Faktoren eingestuft werden. Der Großteil dieser Adhärenzfaktoren lässt sich jedoch nicht durch Gamification adressieren. So ist es nicht möglich, durch den Einsatz von Spiel-Design-Elementen Einfluss auf die verschiedenen medizinisch-therapeutischen Maßnahmen im Rahmen der Rehabilitation zu nehmen. Die einzige Ausnahme besteht darin, wenn die spielerische Anwendung selbst eine therapeutische Maßnahme darstellt. Sowohl die Nebenwirkungen der Behandlung, das Ausmaß der Operation als auch das Patientenwissen über Übungen und die Häufigkeit therapeutischer Sitzungen lassen sich aber zumindest indirekt durch Gamification adressieren. Wie in Unterabschnitt 4.5.5.1 unter 5. *Wissen über die Erkrankung, Symptome und Behandlung* kann hier erklärend auf den Patienten gewirkt werden, indem Wissen einfacher und gezielter vermittelt wird, ohne den Patienten mit einer Informationsflut zu überfordern. So ist es möglich, den Patienten zielgruppengerecht über die Nebenwirkungen einer Behandlung, Auswirkungen einer Operation und das Wissen über Übungen zu informieren, um ein besseres Verständnis auf Seiten der Patienten zu erreichen. In Bezug auf die Häufigkeit therapeutischer Sitzungen ist dem Patienten insbesondere die Notwendigkeit dieser zu vermitteln sowie die etwaigen Folgen einer Nicht-Behandlung bzw. einer nicht-regelmäßigen Sitzungsteilnahme (*Furchtapelle*).

21. Erreichbarkeit der Behandlung und Ort der Therapie (indirekt)

Neben der Entfernung zum Behandlungsort und dem Behandlungsort nehmen auch die Reisekosten und -zeit Einfluss auf die Erreichbarkeit der Behandlung. Da es sich hierbei um umweltbedingte Barrieren handelt (vgl. Unterabschnitt 4.5.5.1), kann Gamification auf keinen dieser Faktoren positiv wirken. Lediglich, wenn eine spielerische Anwendung selbst eine Form der Therapie darstellt, ist es möglich die Erreichbarkeit zu beeinflussen. Eine spielerische Anwendung, die eine Ausführung therapeutischer Maßnahmen zu Hause, oder an einem anderen Ort der Wahl, ermöglicht, werden sowohl die Entfernung zum Behandlungsort als auch die Reisekosten und -zeit minimiert, wenn nicht sogar eliminiert. Ob der Wechsel des Behandlungsorts zur Häuslichkeit einen Förderfaktor oder Prädiktor darstellt, ist jedoch abhängig vom individuellen Patienten und seinen persönlichen Präferenzen. Grundsätzlich sollte eine spielerische Anwendung zur Verbesserung der Erreichbarkeit im Sinne der Zugänglichkeit stets flexibel gestaltet sein, sodass sie vom Patienten immer dann genutzt werden kann, wenn dieser es möchte.

22. Komplexität der Behandlung (indirekt)

An der tatsächlichen Komplexität einer Behandlung, d. h. einer einzelnen medizinisch-therapeutischen Maßnahme oder dem gesamten Rehabilitationsprozess, kann Gamification nichts ändern. Allerdings kann Gamification erklärend Einfluss nehmen, um somit mehr Transparenz im Versorgungsprozess zu schaffen und die durch einen Patienten wahrgenommene Komplexität der Behandlung zu reduzieren. Zur Erhöhung der Gesundheitskompetenz ist dabei wie in

Unterabschnitt 4.5.5.1 unter 5. *Wissen über die Erkrankung, Symptome und Behandlung* beschrieben vorzugehen. Zum Einsatz kommen demnach neben einfachen erklärenden Nachrichten und kaskadierenden Informationen auch Rätsel und Stories, deren Inhalte individuell an den Patienten angepasst sein sollten. Folglich sind einem Patienten nur die Informationen zur Verfügung zu stellen, die er in der aktuellen Rehabilitationsphase auch benötigt und die seinem Wissensstand entsprechen. Je mehr Informationen dabei zum Patientenprofil zur Verfügung zu stehen, desto einfacher wird es, gezielt Informationen zu einzelnen therapeutischen Maßnahmen bereitzustellen. Wird das hier vermittelte Wissen im Kontext des gesamten Rehabilitationsprozesses betrachtet, d. h. in Bezug zu den einzelnen Rehabilitationsphasen, Krankheitsstadien und möglichen Therapien, so kann dies einen Beitrag dazu leisten, dass sich ein Patient insgesamt besser im Versorgungsprozess orientieren kann (siehe auch Abschnitt 4.7). Klare Ziele, Fortschrittsanzeigen, Stories sowie Quests und Aufgaben können dabei ergänzend zur Verbesserung der Selbstmanagementfähigkeiten eines Patienten beitragen.

Stellt eine spielerische Anwendung selbst eine Form der Therapie dar, so ist auf ein zielgruppengerechtes Design der Anwendung und einzelner Aufgaben zu achten, um die Komplexität der Behandlung an das Alter und die kognitiven Fähigkeiten der Patienten anzupassen.

23. Fähigkeit des Patienten zur Durchführung von Übungen (indirekt)

Die Fähigkeit eines Patienten zur Durchführung von Übungen beschreibt die körperlichen Möglichkeiten eines Individuums physiotherapeutische Übungen tatsächlich ausführen zu können. Sie sind folglich abhängig vom Gesundheitszustand eines Patienten und der damit verbundenen funktionellen Kapazität. Dementsprechend kann mit Hilfe von Gamification kein direkter Einfluss hierauf genommen werden. Wenn eine spielerische Anwendung allerdings selbst therapeutische Übungen bereitstellt, ist bei diesen auf eine dynamische Schwierigkeitsanpassung gemäß der individuellen Fähigkeiten eines Patienten zu achten, bspw. in Form von Levels. Zwar ist es auch hiermit nicht möglich, direkt die Fähigkeiten eines Patienten zu beeinflussen, aber diese wären zumindest im Design-Prozess zu berücksichtigen, um damit Frustration und Demotivation aufseiten des Patienten bei der Durchführung von Übungen zu vermeiden. Letzteres ist besonders wichtig, da die tatsächliche Fähigkeit eines Patienten zur Durchführung von Übungen auch durch die Wahrnehmung eines Patienten bei der Durchführung von Übungen beeinflusst wird. Es ist also erforderlich, dass die Übungen vom Patienten nicht als zu schwer oder gar unmöglich eingestuft werden. Zur Unterstützung einer positiven Wahrnehmung bei der Durchführung von Übungen ist es sinnvoll einem Patienten Wertschätzung und Anerkennung in Form von belohnenden Spiele-Komponenten, wie Punkten oder motivierenden Nachrichten zukommen zu lassen. Auch die Reflektion der eigenen Leistungen kann einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung eines Patienten haben – ‘ich kann das’, ‘ich schaffe das’.

4.5.5.4 Adressierung gesundheitszustandbezogener Adhärenzfaktoren

Insgesamt konnten vier gesundheitszustandbezogene Adhärenzfaktoren als harte Faktoren eingestuft werden: der Gesundheitszustand, die Komorbiditäten, die funktionelle Kapazität und die Primärerkrankung inkl. des Stadiums, der Dauer, des Typs sowie des Schweregrads der

Erkrankung. Der tatsächliche Gesundheitszustand eines Patienten lässt sich zwar durch konventionelle und DiGA gestützte bzw. unterstützte medizinisch-therapeutische Maßnahmen beeinflussen, jedoch ist es nicht möglich, diesen durch Spiel-Design-Elemente direkt zu adressieren. Sowohl auf mögliche Komorbiditäten, die funktionelle Kapazität und die Primärerkrankung kann nur ein therapiegeleiteter Design-Prozess eingehen, der eine zielgruppengerechte Auswahl, Kombination und Umsetzung von Spiel-Design-Elementen ermöglicht (Details in Unterabschnitt 4.5.4.1). Im Vordergrund steht dabei der Prozess der Individualisierung, der nicht nur den Gesundheitszustand aufgrund der Primärerkrankung berücksichtigen sollte, sondern auch die Auswirkungen möglicher Komorbiditäten. Zum einen ist auf eine individuelle Schwierigkeitsanpassung von Aktivitäten, Aufgaben und Handlungen entsprechend der funktionellen Kapazitäten eines Patienten zu verschiedenen Zeitpunkten des Rehabilitationsprozesses bzw. während verschiedener Stadien einer Erkrankung zu achten. Zum anderen ist eine angemessene Komplexität der Aufgaben und der spielerischen Anwendung selbst unter Berücksichtigung der kognitiven Fähigkeiten der Patienten zu wählen. Fähigkeitsbeurteilungen sind dabei auch für spätere Anpassungen an den Gesundheitszustand essentiell, um die Motivation der Nutzer hochzuhalten. Weiterhin können bei den gesundheitszustandsbezogenen Adhärenzfaktoren, ähnlich wie in Unterabschnitt 4.5.5.1 unter 5. *Wissen über die Erkrankung, Symptome und Behandlung* beschrieben, erklärende Spiele-Komponenten und weiterführende Informationen zur Erkrankung förderlich wirken (*Wissbegierde*). Dabei ist insbesondere mit kaskadierenden Informationen in Abhängigkeit des Gesundheitszustands und des aktuellen Stadiums einer Erkrankung zu arbeiten. Sollte ein Patient Komorbiditäten aufweisen, so ist dieser soweit möglich darüber zu informieren, wie sich diese auf die (weitere) Therapie, die Nutzung einer spielerischen Anwendung und den Genesungsprozess auswirken bzw. auswirken können (*Gesundheitskompetenz*). Auch die soziale Unterstützung und die therapeutische Beziehung nehmen Einfluss auf die meisten gesundheitszustandsbezogenen Adhärenzfaktoren (Details in den Unterabschnitten 4.5.5.2 und 4.5.5.5). Folglich sind diese ebenfalls zu adressieren, um eine implizite positive Wirkung auf den wahrgenommenen Gesundheitszustand zu erzielen.

4.5.5.5 Adressierung gesundheitssystembezogener Adhärenzfaktoren

Insgesamt konnten fünf gesundheitssystembezogene Adhärenzfaktoren als harte Faktoren eingestuft werden. Diese sind jedoch nur schwer bis gar nicht durch Gamification adressierbar, da es sich hierbei i. d. R. um externe Rahmenbedingungen des deutschen Gesundheitssystems handelt. So können weder vom Patienten noch durch Spiel-Design-Elemente ‘Änderungen’ am Gesundheitssystem vorgenommen werden. Hierzu zählen insbesondere finanzielle Faktoren, wie Kostenrückerstattungen. Hier kann Gamification lediglich erklärend wirken, um die Selbstmanagementfähigkeiten eines Patienten in Bezug auf die Finanzierungsmöglichkeiten von Rehabilitationsmaßnahmen zu stärken. Ebenso können die Handlungen der Gesundheitsversorger, wie die Verordnungen durch Ärzte, nur begrenzt beeinflusst werden. Nichtsdestotrotz kann Gamification dazu beitragen gerade auf interpersonelle Faktoren positiv zu wirken, indem Patienten insgesamt besser informiert sind und die Arzt-Patienten-Beziehung gestärkt wird.

24. Sprache der angebotenen Dienstleistungen (indirekt)

Durch Gamification ist es nicht möglich die Sprache der angebotenen medizinisch-therapeutischen Dienstleistungen im deutschen Gesundheitssystem zu beeinflussen. Sieht man die spielerische Anwendung selbst jedoch als unterstützende oder sogar therapeutische Dienstleistung im Rehabilitationsprozess an, so ist hier im Rahmen der Individualisierung/Personalisierung eine Möglichkeit zur Spracheinstellung entsprechend der Zielgruppe anzubieten.

25. Feedback von medizinisch/therapeutischen Fachkräften (direkt)

Für Patienten im Rehabilitationsprozess ist es überaus wichtig Feedback von medizinischen und/oder therapeutischen Fachkräften zum aktuellen Gesundheitszustand, den vorliegenden funktionellen Einschränkungen, der Therapieadhärenz, dem Behandlungsplan und auch einzelnen selbst durchgeführten Übungen zu erhalten. Gamification kann u. a. dazu eingesetzt werden, die Quantität des Feedbacks durch Fachkräfte zu verbessern, indem die Kommunikation zwischen Behandler und Patient unterstützt wird, bspw. durch soziale Medien, Chats oder Rang- und Bestenlisten mit integrierten Chatfunktionen. Neben der Verbesserung der direkten Kommunikation, ist es denkbar auch indirekte Feedbackfunktionen zu unterstützen. Ähnlich wie in Unterabschnitt 4.5.5.2 unter 20. *Soziale Unterstützung* beschrieben, könnten Behandler in eine spielerische Anwendung mit eingebunden werden, um einem Patienten selbst virtuelle Belohnungen zukommen zu lassen. Zusätzlich kann das vom Patienten wahrgenommene Feedback von Behandlern durch Spiele-Komponenten gestärkt werden. So ist es möglich einem Patienten virtuelles leistungsbezogenes Feedback zukommen zu lassen. Dieses sollte jedoch über die üblichen belohnenden Spiele-Komponenten, wie Punkte, Abzeichen und Erfolge, hinausgehen. Daher sind Avatare als virtuelle Partner einzusetzen, die den Patienten durch den Versorgungsprozess begleiten. Visualisiert als Ärzte oder Therapeuten stellen diese eine klar mit dem medizinisch/therapeutischen Fachpersonal assoziierte Beziehung zum Patienten her. Virtuelle Partner können neben lobenden Nachrichten als verbale Verstärkung für ein positives oder richtiges Verhalten, auch Hinweise auf ein fehlerhaftes Verhalten oder Handlungen rückmelden. Essentiell hierbei ist, dass diese Hinweise weder bevormundend noch tadelnd wirken.

26. Therapeutische Beziehung (direkt)

Optimalerweise sollte die Beziehung zwischen einem Patienten und seinen Behandlern auf Vertrauen aufbauen. Es ist eine kooperative und kollegiale Beziehung anzustreben. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist eine angemessene Kommunikation zwischen beiden Parteien, sowohl in qualitativer (*Kommunikation auf Augenhöhe*) als auch quantitativer (*Häufigkeit des Austauschs*) Hinsicht. Letzteres lässt sich durch den Einsatz von Spiele-Komponenten zur Förderung der sozialen Interaktion und des sozialen Austauschs stärken. So kann durch soziale Medien und Chats die Kommunikation zwischen Patient und Behandler vereinfacht werden. Auch ein regelmäßiges, adäquates, leistungsbezogenes Feedback durch die Fachkräfte stärkt die Arzt-Patienten-Beziehung. Daher ist auch hier unterstützend zu agieren (Details in 25. *Feedback von medizinisch/therapeutischen Fachkräften*).

4.5.6 Diskussion der Gamificationebene

Auf Basis der Spiele-Elemente-Hierarchie nach Werbach & Hunter, den fünf Abstraktionsebenen von Spiel-Design-Elementen nach Deterding & Dixon und einer Vielzahl unstrukturierter Auflistungen von Spiel-Design-Elementen konnten insgesamt 23 gängige Spiele-Komponenten, 18 Spiele-Mechaniken und acht Spiele-Dynamiken identifiziert werden. Unter Berücksichtigung etablierter psychologischer Motivationstheorien war es nachfolgend möglich, die ermittelten Spiele-Komponenten im Hinblick auf ihre potentielle Wirkung auf die Motivation und Adhärenz zu untersuchen. Neben der Beschreibung konkreter Umsetzungsmöglichkeiten und zu berücksichtigender Rahmenbedingungen beim Einsatz einzelner Spiele-Komponenten, konnten hierauf aufbauend auch die realisierbaren Spiele-Mechaniken und -Dynamiken sowie die adressierbaren Motive herausgearbeitet werden. Entsprechend der Zielbaummethode war es schließlich möglich, systematisch exemplarisch für 27 harte Adhärenzfaktoren spielerische Lösungsansätze zu ermitteln. Das so entwickelte Gamification-Framework bietet damit eine optimale Ausgangsbasis zur adäquaten, zielgruppengerechten Auswahl und Kombination von Spiele-Komponenten zur Adressierung wesentlicher Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation, insbesondere patientenbezogener Adhärenzfaktoren.

Zur Beschreibung der Wirkung auf die Motivation und Adhärenz der Spiele-Komponenten wurde eine vergleichsweise geringe Anzahl psychologischer Modelle analysiert. Der Fokus der Untersuchungen lag im Wesentlichen auf der SDT und Maslows Bedürfnispyramide. Weitere Theorien, wie die Leistungsmotivationstheorie nach McClelland oder die Valenz-Instrumentalitäts-Erwartungs-Theorie (VIE-Theorie) nach Vroom fanden keine unmittelbare Berücksichtigung [263]. Zwar wurden diese nicht entsprechend ihrer Motive aufgeschlüsselt, jedoch konnten sie indirekt bei der Entwicklung des Gamification-Frameworks berücksichtigt werden. So spielt bspw. bei der Intention die Abwägung zwischen dem Nutzen, d. h. der Handlungsergebniserwartung, und den Handlungskosten eine wesentliche Rolle, ebenso wie es in der VIE-Theorie dargestellt ist [263]. Darüber hinaus wurden die fünf bereits in Unterabschnitt 4.4 analysierten Theorien des Gesundheitsverhaltens mit in die Generierung der Zielbäume eingebunden.

Es ist anzumerken, dass für die wenigsten Spiel-Design-Elemente Evidenz bzgl. ihrer Wirkung auf die psychologischen Motive vorliegt. Um dennoch substanzielle Ergebnisse zu erreichen, wurden die Untersuchungen weiterer Autoren hinzugezogen und miteinander verglichen, mit dem Ziel einen Konsens im Hinblick auf die potentielle Wirkung der Spiele-Komponenten zu bilden. Darüber hinaus wurden aufbauend auf den Erkenntnissen der vorangehenden Analysen und der Wirkung verwandter Spiele-Komponenten offensichtliche Relationen ergänzt. Weiterhin ist zu beachten, dass die im Gamification-Framework dargelegten Ergebnisse lediglich die potentielle Wirkung der Spiele-Komponenten auf die Motivation und Adhärenz eines Individuums repräsentieren. Je nach spielerischer Gestaltung, Kombination von Spiele-Komponenten und ihrer konkreten Umsetzung sowie dem individuellen Persönlichkeitsprofil eines Patienten, haben Spiel-Design-Elemente grundsätzlich unterschiedlichen Einfluss auf die Bedürfnisse und Motive. Bei der Entwicklung einer DiGA ist es daher elementar die Zielgruppe der spielerischen Anwendung soweit wie möglich in Bezug auf unterschiedliche Patientencharakteristika zu beschreiben und diese bei der Umsetzung zu berücksichtigen.

Bislang fand keine Evaluation der im Gamification-Framework beschriebenen Zielbäume statt. Eine umfassende Evaluation im Hinblick auf die Wirkung der ermittelten Lösungsansätze auf die Adhärenz würde jedoch zu einer Erhöhung der Ergebnisqualität führen. Allerdings geht eine derartige Evaluation mit immensen Aufwänden einher. So ist es nicht ausreichend simple User Stories zu schreiben oder Personas zu generieren anhand derer wiederum die potentielle Wirkung der Spiele-Komponenten analysiert wird. Vielmehr müssten durch psychologische Experten umfangreiche Persönlichkeitsprofile erstellt werden, die die Diversität in einem Patientenkollektiv beschreiben. Weiterhin wäre die Implementierung eines Prototyps erforderlich, an Hand dessen verschiedene Individuen die Umsetzung der Spiele-Komponenten testen könnten. Dies bedarf einer umfangreichen Studienplanung und -durchführung in einem interdisziplinären Team. Auch wenn dies im Rahmen dieser Arbeit nicht umzusetzen ist, so findet nichtsdestotrotz in der Gesamtevaluation des GISMOR-Ansatzes (vgl. Kapitel 6) eine initiale Evaluation des Gamification-Frameworks am Beispiel von Patienten mit Schulterläsionen statt.

Das Gamification-Framework beschreibt neben der positiven Wirkung von Gamification auf die Motivation und Adhärenz nur selten auch die potentiellen negativen Auswirkungen. So wird bspw. veranschaulicht, dass komplexe Aufgaben, wie Quests und Rätsel, Stress abbauen können. Sind die zugrundeliegenden Aufgaben aber zu schwer bzw. nur nach einigen Fehlversuchen lösbar, so führt dies zu Frustration und in einer bereits gestressten Situation zu noch mehr Stress. Folglich können förderliche Spiele-Komponenten beim falschen oder nicht passend auf den Patienten abgestimmten Einsatz einen abschwächenden Effekt auf die Motivation und Adhärenz haben. Auch wenn die negativen Wirkungen nicht explizit im Framework diskutiert wurden, finden sie dennoch bei der Vorstellung und Analyse der Spiele-Komponenten sowie bei den Rahmenbedingungen, die beim Einsatz von Gamification zu berücksichtigen sind, Beachtung. Ferner ist festzuhalten, dass das Gamification-Framework nur einen Überblick darüber geben soll, welche Spiele-Komponenten potentiell zur Adressierung eines Adhärenzfaktors geeignet sind. Konzeptuelle und design-spezifische Aspekte sind vertiefend den Unterabschnitten 4.2.2 Design-Prinzipien persuasiver Systeme, 4.2.3 Design-Prinzipien für ein optimales Benutzererlebnis und 4.5.3 Spiel-Design-Elemente und ihre Wirkung zu entnehmen.

Das entwickelte Gamification-Framework ist weder im Hinblick auf die existierenden Adhärenzfaktoren vollständig, noch in Bezug auf die umfassenden Möglichkeiten die der Einsatz von Spiel-Design-Elementen mit sich bringt. So wurde lediglich für alle 49 harten Adhärenzfaktoren aufgezeigt, wie sich diese durch Gamification adressieren lassen. Weiche Adhärenzfaktoren fanden keinerlei Berücksichtigung. Eine Vielzahl der beschriebenen Lösungsansätze lassen sich jedoch auf andere weiche Adhärenzfaktoren übertragen. So lassen sich ebenso wie die interne Kontrollüberzeugung auch die Gesundheitsüberzeugungen und das Patientenwissen über Übungen durch individuelles Lernen in Form von kaskadierenden Informationen und Nachrichten beeinflussen. Wie OnTARi bereits zeigen konnte, besteht darüber hinaus oftmals ein Zusammenhang zwischen weichen und harten Adhärenzfaktoren. Wird also ein harter Adhärenzfaktor adressiert, hat dies ebenfalls eine Wirkung auf verbundene weiche Faktoren. Auch in Bezug auf die Spiele-Komponenten, -Mechaniken und -Dynamiken ist das erstellte Gamification-Framework nicht vollständig. Jedoch wurde an dieser Stelle auch kein Anspruch auf

Vollständigkeit gestellt. Die Vielzahl an zur Verfügung stehenden Spiele-Theorien und -Frameworks sowie losen Sammlungen an Spiel-Design-Elementen macht es unmöglich eine vollständige Sammlung zusammenzustellen. Daher wurde sich auf die verbreitetsten Spiele-Theorien in Verbindung mit Mehrfachnennungen von Spiel-Design-Elementen in der Literatur gestützt, um dennoch eine ausgewogene Auswahl an relevanten Spiele-Design-Elementen zu erhalten. Insgesamt zeigt das Gamification-Framework damit auch die Vielschichtigkeit des Adhärenzproblems sowie des gezielten und effizienten Einsatzes von Spiel-Design-Elementen. Auch wenn das Framework kein vollständiges Konzept zur Adressierung aller potentiellen Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation darstellt, so bietet es dennoch eine gute Ausgangsbasis zur adäquaten Auswahl und Kombination von Spiele-Komponenten und damit zur Entwicklung und Optimierung DiGA mit dem Ziel der Adhärenzsteigerung.

4.6 Prozessebene

Für den erfolgreichen Einsatz einer DiGA ist es notwendig, diese so gut wie möglich in den Rehabilitationsprozess einzubinden, unabhängig davon, ob es sich um eine DiGA zur Unterstützung einer einzelnen therapeutischen Maßnahme, einer Rehabilitationsphase oder des gesamten Versorgungsprozesses handelt. Dies erfordert einen umfangreichen Überblick über den jeweiligen Rehabilitationsprozess bzw. Subprozess, sowohl aus medizinisch-therapeutischer Sicht als auch aus Patientensicht. Diese Mehrdimensionalität und die damit verbundenen Herausforderungen an die Entwicklung und Einbindung von DiGA in den Rehabilitationsprozess werden nachfolgend generisch betrachtet.

4.6.1 *Dimension 1: Rehabilitation aus medizinisch-therapeutischer Sicht*

Rehabilitationsprozesse umfassen eine Vielzahl medizinischer und therapeutischer Maßnahmen, die in Abhängigkeit des Gesundheitszustands eines Patienten und der zugrundeliegenden Erkrankung in unterschiedlichen Phasen des Rehabilitationsprozesses Anwendung finden. Hinzu kommen Maßnahmen der Komplementärmedizin, wie Sport, Entspannungsmethoden sowie alternativmedizinische Maßnahmen und Hausmittel, die als Teil der konservativen Behandlung ebenfalls in verschiedenen Stadien einer Erkrankung und somit Phasen der Rehabilitation eingesetzt werden können. Abbildung 4-12 zeigt anhand der orthopädischen Rehabilitation das umfangreiche Spektrum an medizinisch-therapeutischen Maßnahmen von der Prävention und Diagnostik über die konservative und operative Akutbehandlung bis hin zur orthopädischen Rehabilitation [5]. Die konservative Behandlung als Option der Akutbehandlung umfasst u. a. Maßnahmen der physikalischen Therapie und Rehabilitation, wie Elektro-, Massage- oder Ergotherapie [5]. Die hier dargestellten Bausteine der orthopädischen Rehabilitation verdeutlichen außerdem den ganzheitlichen Ansatz hinter einer jeden Rehabilitation, der sowohl die emotionalen, psychologischen und physischen Gesundheitsprobleme des Patienten als auch soziale Faktoren durch ein multidisziplinäres Team adressiert bzw. adressieren sollte [248].



Abbildung 4-12: Medizinisch-therapeutische Maßnahmen am Beispiel der orthopädischen Rehabilitation [5]

Entsprechend nationaler Leitlinien und Handlungsempfehlungen zur Behandlung chronischer Erkrankungen mit Rehabilitationsbedarf lassen sich Rehabilitationsprozesse in fünf übergeordnete Phasen unterteilen [290], [291]. Die erste Phase stellt die *Frührehabilitation* dar, mit der bereits im Rahmen der Akutbehandlung begonnen werden kann, bspw. im Anschluss an eine operative Versorgung oder als Erstbehandlung bei neurologischen Erkrankungen [290]. Dem schließt sich die weiterführende Rehabilitation an, die sogenannte *Frühmobilisation*, die ebenfalls in der Akutklinik durchgeführt wird. Je nach zugrundeliegender Erkrankung werden diese beiden Phasen auch gemeinsam als eine Phase betrachtet, bspw. im Rahmen der Rehabilitation koronarer Herzerkrankungen [291]. Die dritte Phase bildet die (ganztägig) ambulante oder stationäre *medizinische* und/oder *medizinisch-berufliche Rehabilitation* zu der auch die Anschlussheilbehandlung (AHB) bzw. Anschlussrehabilitation zählt. Ist eine Indikation im AHB-Indikationskatalog der Rentenversicherung oder im Leistungsspektrum der Krankenkassen hinterlegt, so kann eine AHB auf Antrag beim Sozialversicherungsträger unter Erfüllung einer Reihe von persönlichen und medizinischen Voraussetzungen direkt nach einem Krankenhausaufenthalt durchgeführt werden [290]. Dies gilt u. a. für ausgewählte Herz-Kreislauf-Erkrankungen, neurologische Erkrankungen und muskuloskelettale Erkrankungen. In Teilen werden die medizinische und die medizinisch-berufliche Rehabilitation auch als getrennte Phasen angesehen. So ist es möglich die Rehabilitation bereits nach der medizinischen Rehabilitation abzuschließen, direkt im Anschluss an die Frührehabilitation und -mobilisation mit der medizinisch-beruflichen Rehabilitation zu beginnen (siehe auch AHB) oder diese nach der medizinischen Rehabilitation durchzuführen. Die letzte Phase bildet die *Langzeitrehabilitation und Nachsorge*. Je nach Erkrankung unterscheiden sich die hier durchgeführten Maßnahmen. So ist

die Langzeitrehabilitation u. a. im Rahmen der neurologischen Rehabilitation immer dann notwendig, wenn Patienten „*trotz intensiver Reha-Maßnahmen schwere [...] Beeinträchtigungen geistiger und/oder körperlicher Funktionen [aufweisen], so dass ein selbstständiges Leben nicht mehr möglich ist*“ [290]. Bei koronaren Herzkrankheiten meint Langzeitrehabilitation dagegen vielmehr die Anwendung von Maßnahmen zur Sekundärprävention, die der Kontrolle von Risikofaktoren dienen, wie bspw. die Durchführung von körperlichen Trainingseinheiten [291]. In Abhängigkeit der Symptome, Einschränkungen, psychosozialen Problematiken und dem individuellen Risikoprofil eines Patienten können neben nachgelagerter Rehabilitationsleistungen, die zum nachhaltigen Rehabilitationserfolg beitragen, aber auch erneut zeitlich begrenzte ambulante oder stationäre Rehabilitationsmaßnahmen zum Einsatz kommen [291]. Je nach Erkrankung und Gesundheitszustand eines Patienten sowie den Rehabilitationszielen können einzelne Rehabilitationsphasen auch wegfallen.

In Ergänzung zu den zuvor genannten Rehabilitationsphasen ist es möglich Rehabilitationsprozesse in Abhängigkeit verschiedener indikationsspezifischer Faktoren weiter zu unterteilen und somit immer konkretere Prozessbausteine zu erhalten, in die eine DiGA eingebunden werden sollte. Neben zeitabhängigen Phaseneinteilungen, wie bspw. der verstrichenen Zeit nach einer Operation in Wochen und Monaten [292], existieren auch Phaseneinteilungen entsprechend den Stadien einer Erkrankung und den damit einhergehenden funktionellen Beeinträchtigungen und Symptomen [293]. So lässt sich bspw. die konservative Behandlung der Frozen Shoulder anhand des Krankheitsstadiums in vier Phasen unterteilen. Je nachdem in welcher Phase sich ein Patient gerade befindet, liegen unterschiedliche Therapieschwerpunkte vor, die wiederum den Einsatz verschiedener medizinisch-therapeutischer Maßnahmen mit sich bringen [294]. Während in der Akutphase (Phase 1) der Therapieschwerpunkt noch in der Schmerzreduktion durch Lagerung und Eis liegt, so stehen in der Frozen Phase (Phase 3) die Verbesserung der Beweglichkeit und Integration des Arms in Alltagsaktivitäten durch aktive Übungen in alle Bewegungsrichtungen im Vordergrund [294].

Leitlinien und Handlungsempfehlungen bilden eine gute Orientierung dafür, welche konkreten Maßnahmen wann und in welcher Form für einen individuellen Patienten aus medizinischer Sicht in Frage kommen. Faktoren, wie die Rehabilitationsphase, die Indikation, das Erkrankungsstadium, die Einschränkungen und Symptome eines Patienten sowie psychosoziale Faktoren werden hierbei berücksichtigt. Jedoch stehen nicht für alle chronischen Erkrankungen mit Rehabilitationsbedarf entsprechende umfangreiche Leitlinien und Handlungsempfehlungen zur Verfügung. Z. T. fehlen auch einheitliche Handlungsempfehlungen, bspw. für die Rehabilitation nach der Rekonstruktion von Sehnenrupturen der Rotatorenmanschette [292]. Eine wesentliche Limitation von Leitlinien ist außerdem, dass diese lediglich mögliche Behandlungspfade abbilden, ohne die Patientensicht im Detail zu integrieren und damit auf die individuellen Bedürfnisse eines einzelnen Patienten einzugehen. Neben medizinischen Aspekten und Entscheidungskriterien spielen bei der Auswahl und Kombination von rehabilitativen Maßnahmen aber auch patientenspezifische Faktoren eine Rolle, die im Sinne des Patienten-Empowerments mit zu berücksichtigen sind (Tabelle 4-12) [295]. Dabei stärkt das Aufzeigen von Handlungs-

alternativen das Selbstverwirklichungsbedürfnis der Patienten, was sich positiv auf die Therapieadhärenz auswirkt. Ebenso nehmen die Erfahrungen und Präferenzen der behandelnden Ärzte und Therapeuten Einfluss auf die Abschätzung, wann welche Behandlung relevant und zielführend ist [295]. Da an der rehabilitativen Versorgung stets verschiedene Behandler und Institutionen beteiligt sind, können ggf. auch unterschiedliche Ansichten aufeinandertreffen, was die Auswahl und Kombination der Maßnahmen nicht nur aufseiten der Behandler, sondern insbesondere auch aufseiten der Patienten erschwert.

Tabelle 4-12: Entscheidungskriterien zur Auswahl rehabilitativer Maßnahmen aus Patientensicht [295]

Kategorie	Erläuterung
<i>Erfahrungen (selbst oder beobachtet)</i>	... mit bestimmten Behandlungen, wie z. B. Nebenwirkungen oder der Wirkung einer Therapie ... Skepsis
<i>Wissen des Patienten</i>	... um mögliche Nebenwirkungen einer Therapie ... um Erfolgchancen einer Therapie
<i>Wissen anderer</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Internet • Aufklärung durch den behandelnden Arzt und/oder Therapeuten
<i>Meinungen und Überzeugungen anderer</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Meinung und Überzeugungen der Familie • Meinungen und Überzeugungen von Freunden
<i>Situation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgangssituation (Was will der Patient erreichen?) • Familiäre Situation • Hobbies • Beruf • Gesundheitszustand

4.6.2 Dimension 2: Rehabilitation aus Patientensicht

Neben der zuvor genannten medizinisch-therapeutisch induzierten Orchestrierung rehabilitativer Maßnahmen, sehen sich Patienten einer Vielzahl weiterer Herausforderungen im Rehabilitationsprozess gegenüber. Diese nehmen sowohl aktiv als auch passiv Einfluss auf die Entscheidungen eines Patienten zur Auswahl und Kombination sowie zum Wahrnehmen medizinischer, therapeutischer und unterstützender Maßnahmen. Die hohe Komplexität, Intransparenz und Fragmentierung des Rehabilitationsprozesses in einzelne Phasen und Maßnahmen, die entsprechend der Anweisungen und Verordnungen eines Arztes oder Therapeuten durchzuführen sind, erschweren es den Patienten diesen als einen ganzheitlichen Prozess anzusehen. Hinzu kommen fehlende Gesundheitskompetenz und Aufklärung in Bezug auf die möglichen medizinisch-therapeutischen Maßnahmen und die Notwendigkeit zur Beantragung dieser. Im schlimmsten Fall kann ein Patient hierdurch vorzeitig aus der Rehabilitation ausscheiden, da dieser nicht weiß, was als nächstes zu tun ist. Ebenso führen lange Wartezeiten auf Facharzttermine oder ambulante Therapien dazu, dass rehabilitative Maßnahmen nicht angetreten werden [295]. Dies trifft insbesondere auf die Langzeitrehabilitation und Nachsorge zu.

Die Inanspruchnahme komplementärer Dienstleistungen, wie Alternativmedizin, Hausmittel oder die Beteiligung an Selbsthilfegruppen, stellt nicht den ersten und somit 'normalen' Pfad im Rehabilitationsprozess dar. Diese werden erst dann eingesetzt, wenn die üblichen rehabilitativen Methoden nicht helfen, nicht eingesetzt werden können oder aber vom Patienten nicht beansprucht werden wollen. Nicht selten erfolgt ein derartiges Ausprobieren auf Initiative des

Patienten. Therapieentscheidungen, die selbstständig vom Patienten getroffen werden ohne diese gemeinsam mit einem Arzt oder Therapeuten zu besprechen, ziehen jedoch häufig eine Eigenfinanzierung nach sich. Dies nicht nur, weil die entsprechenden Maßnahmen nicht erstattet oder bezuschusst werden, sondern auch weil Patienten nicht wissen welche Maßnahmen abrechnungsfähig sind oder welche Beantragungsprozesse und -fristen bei welchem Leistungsträger zu beachten sind (Abbildung 4-13). So braucht es zur Abrechnung von Zusatzleistungen bei einer Krankenkasse z. T. kein vorab ausgestelltes Rezept. Je nach Krankenkasse ist eine Abrechnung ganz oder in Teilen auch im Nachhinein möglich. Ähnlich verhält es sich mit der Beantragung außergewöhnlicher Dienstleistungen, die normalerweise nur Privatpatienten zustehen. Bei einigen Krankenkassen sind auch diese nach entsprechender Antragstellung abrechnungsfähig. Auch in Bezug auf die Beantragung von Hilfsleistungen, wie einem Fahrer bzw. Taxischein, einer Haushaltshilfe oder Hilfsmitteln, sehen sich Patienten undurchsichtigen Verwaltungsaufgaben gegenüber. Den Patienten ist oftmals nicht bekannt, welche Voraussetzung erfüllt sein müssen, um einzelne Leistungen zu erhalten. Insbesondere Heil- und Hilfsmittel müssen nicht selten aktiv vom Patienten beim Arzt eingefordert werden, damit diese verordnet werden. Aus ähnlichen Gründen gestaltet sich auch die Beantragung finanzieller Unterstützungsleistungen, wie Krankengeld, Erwerbsminderungsrente oder Teilerwerbsminderungsrente in Kombination mit Arbeitslosengeld, als schwierig [295]. Bei neurologischen Erkrankungen kommt ergänzend die Beantragung einer rechtlichen Betreuung hinzu. Der Antrag kann entweder vom Patienten selbst oder einem Angehörigen gestellt werden.

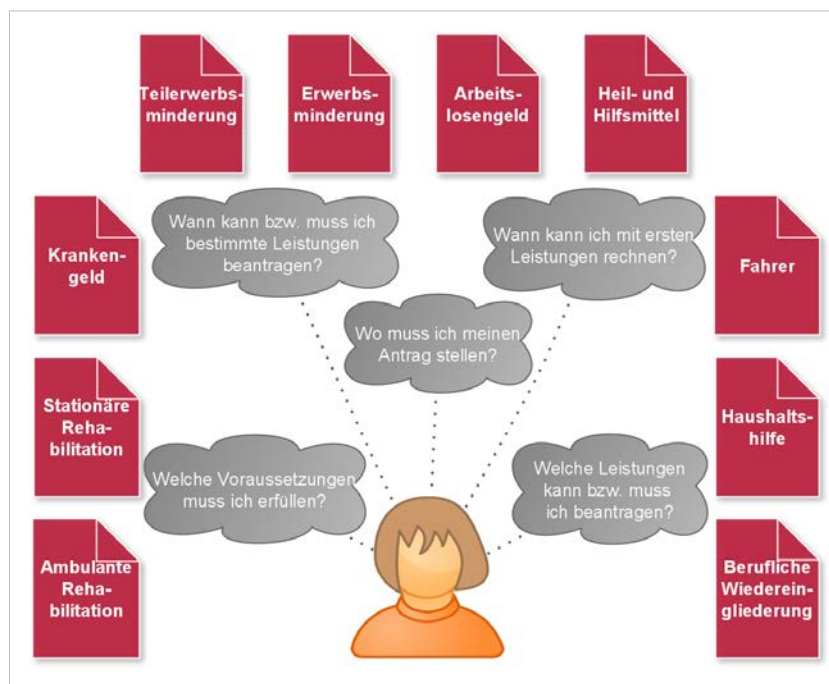


Abbildung 4-13: Auswahl relevanter Beantragungen in Rehabilitationsprozessen

Über die bereits zuvor genannten Aspekte hinaus, haben aufseiten des Patienten auch die mit einer Erkrankung einhergehenden funktionellen Einschränkungen sowie die daraus resultierenden emotionalen und psychischen Belastungen einen wesentlichen Einfluss auf den Rehabilitationsprozess. Das Bewusstsein für eine Erkrankung und deren Folgen kann motivierend und damit positiv auf den Patienten wirken. Ist die wahrgenommene Belastung jedoch zu hoch,

so beeinflusst diese den Genesungsprozess negativ. Ist einem Patienten bspw. bewusst, dass eine Arbeitsunfähigkeit droht, kann dies nicht nur zu einer hohen psychischen sondern auch zu einer finanziellen Belastung führen. Gleichmaßen verhält es sich mit Untersuchungen und therapeutischen Maßnahmen, die vom Patienten selbst getragen werden müssen. Auch die Erreichbarkeit der Behandlung kann direkt durch physische oder kognitive Beeinträchtigungen des Patienten erschwert oder sogar unmöglich gemacht werden, bspw. wenn ein Patient auf dem Land lebt und ein selbstständiges Autofahren nicht mehr möglich ist. Diese und weitere Einschränkungen im Alltag können darüber hinaus zu einem Gefühl der Abhängigkeit führen, das oftmals ebenfalls als emotionale Belastung wahrgenommen wird. Zudem kann die Aufforderung von Krankenkassen zur Durchführung rehabilitativer Maßnahmen bzw. Wiedereingliederung ins Arbeitsleben zusätzlichen (psychischen) Druck erzeugen. [295]

4.6.3 Modellierung einer DiGA als Baustein des Rehabilitationsprozesses

Zur Integration einer DiGA als Baustein in einen Rehabilitationsprozess ist es notwendig, diese entsprechend der vorangehenden Ausführungen in eine oder mehrere Rehabilitationsphasen und/oder Erkrankungsstadien unter Berücksichtigung der Patientensicht einzuordnen. Hierbei sind sowohl die primären als auch sekundären Einbindungsmöglichkeiten zu beschreiben sowie Abhängigkeiten zu anderen Rehabilitationsphasen aufzuzeigen und entsprechend in der DiGA abzubilden. Damit dies möglich ist, sind der jeweilige Rehabilitationsprozess bzw. die relevanten Subprozesse in einem Prozessmodell abzubilden, zu evaluieren und die Einbindungsmöglichkeiten für die DiGA zu extrahieren. Hierdurch kann ebenfalls festgestellt werden, an welchen Stellen der Rehabilitationsprozess angepasst werden muss, damit eine DiGA optimal in diesen integriert werden kann. Auch grundsätzliche Veränderungen des Rehabilitationsprozesses durch Einführung einer neuen DiGA sind hierdurch abbildbar, bspw. wenn eine DiGA als alternative Behandlungsform eingesetzt werden soll.

Eine Möglichkeit zur systematischen Modellierung und Analyse des Rehabilitationsprozesses sowie zur Entwicklung neuer Dienstleistungen mittels DiGA stellen Service Blueprints (SB) dar. Über einzelne Pipes ermöglichen SB die Abbildung von Merkmalsdimensionen sowie der darin enthaltenen Prozessaktivitäten. Auf diese Weise können die Aktivitäten der medizinisch-therapeutischen Sicht getrennt von den Aktivitäten der Patientensicht als Dimensionen des Rehabilitationsprozesses in einem einzelnen Prozessmodell visualisiert werden. Hierüber ist es außerdem möglich, die Interaktionen zwischen den Dimensionen zu konkretisieren. Über einzelne Aktivitäten können die aufeinanderfolgenden oder auch parallel empfohlenen bzw. durchzuführenden rehabilitativen Maßnahmen im Prozess immer feiner abgebildet werden (*Leistungsumfang*). Über vertikale Pipes ist es wie in einem Gantt-Chart möglich, eine zeitliche Unterteilung des SB vorzunehmen, durch die der Rehabilitationsprozess visuell in einzelne aufeinanderfolgende Rehabilitationsphasen aufgeteilt wird. Soweit dies zielführend ist, sollte zunächst eine grobe Einteilung in die fünf vorgestellten Rehabilitationsphasen stattfinden. Handlungsempfehlungen und Leitlinien können diesen Modellierungsschritt unterstützen. Darauf folgend ist eine immer detailliertere Unterteilung entsprechend der Stadien einer Erkrankung, der Heilungsphasen oder der zeitlichen Einheiten innerhalb des Prozesses vorzunehmen. [296]

Die Standardnotation der SB entspricht simplen Flussdiagrammen unter Verwendung von Aktionen, Entscheidungsknoten, Ereignissen und Fehlerquellen. Da kein einheitliches Paradigma zur Modellierung von Flussdiagrammen existiert, können zur besseren Standardisierung der grafischen Notation von SB auch ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) verwendet werden. I. d. R. werden diese Diagramme jedoch unübersichtlich. Eine detailliertere, formalere und auch simulierbare Modellierung des Rehabilitationsprozesses über die einzelnen Dimensionen ist mittels Business Service Blueprint Modeling (BSBM) möglich. Hierbei handelt es sich um eine Kombination aus SB und der grafischen Spezifikationssprache Business Process Model and Notation (BPMN). Hierbei steht *„jeweils ein Pool für den Kunden und Dienstleister [zur Verfügung] und die zugehörigen Ebenen werden als unterteilende Lanes dargestellt“* [296]. Im Sinne der Modellierung des Rehabilitationsprozesses ist der Patient als Kunde anzusehen und der Dienstleister als die medizinisch-therapeutische Sicht auf den Versorgungsprozess. Die Nutzung von BPMN im SB birgt weiterhin das Potential Spiel-Design-Elemente direkt im Prozess abzubilden und somit deren Nutzung im Rehabilitationsprozess darzustellen. Dies ermöglicht u. a. die BPMN-Notationserweiterung von Morschheuser et al. [297]. [296]

Eine formale Repräsentation des Rehabilitationsprozesses ist weiterhin als Basis für die Prozesssteuerung elementar, die es Patienten ermöglichen soll, sich mit Hilfe der Orchestrierungskomponente einfacher durch den Prozess zu navigieren (Details in Abschnitt 4.7).

4.7 Orchestrierungsebene

Durch den Prozess des Patienten-Empowerments wird es Patienten zunehmend möglich, aktiv an Entscheidungen zur ihrer eigenen Gesundheit mitzuwirken [39]. Die Informiertheit der Patienten zum eigenen Gesundheitszustand, den Heilungschancen und dem Behandlungsverlauf sind dabei wesentliche Voraussetzungen, um versorgungsrelevante Entscheidungen eines Arztes und/oder Therapeuten besser nachvollziehen, mit diesem diskutieren und damit einfacher befolgen zu können. Bei chronischen Erkrankungen mit langfristigen Versorgungsprozessen und einer Vielzahl unterschiedlicher Gesundheitsdienstleistungen ist dies besonders wichtig. So sind für das Erzielen nachhaltiger Rehabilitationserfolge nicht nur die medizinisch-therapeutischen Entscheidungen eines Arztes oder Therapeuten essentiell, sondern auch die Handlungen der Patienten, ebenso bei neurologischen und kardiologischen Erkrankungen wie bei muskuloskelettalen Erkrankungen [39]. Zu diesen Handlungen zählt neben der Therapieadhärenz (vgl. Unterabschnitt 4.4.1) auch die Koordination unterschiedlicher Dienstleistungen im Rehabilitationsprozess. Diese beginnt bereits beim Auftreten erster Symptome und der Diagnosestellung. So muss im Sinne des Patienten-Empowerments gemeinsam mit dem behandelnden Arzt entschieden werden, welche Behandlungsformen in Frage kommen und welche dieser Behandlungsformen für den individuellen Patienten am geeignetsten sind. Dabei geht es nicht nur um Entscheidungen zur Akutbehandlung sondern auch zu der darauf folgenden Rehabilitation. Neben einer Entscheidung zur Durchführungsart – ambulant, ganztägig ambulant oder stationär – sind auch Entscheidungen zu konkreten rehabilitativen und ergänzenden Maßnahmen zu treffen. Während medizinisch-therapeutische Maßnahmen im Rahmen der Akutbehandlung, Frührehabilitation sowie der sich anschließenden ganztägig ambulanten oder stationären

medizinischen und/oder beruflichen Rehabilitation in großen Teilen 'vorgegeben'²⁵ sind, ist dies bei nachgelagerten Rehabilitationsleistungen nicht der Fall. Selbiges gilt für ergänzende Maßnahmen zur Unterstützung der Behandlung, wie Yoga, Pilates, Schwimmen, Hausmittel und alternativmedizinische Behandlungsmethoden. Hier bedarf es einer selbständigen, kundeninduzierten Orchestrierung der einzelnen Dienstleitungen unter Berücksichtigung rechtlicher und finanzieller Rahmenbedingungen (*administrative Subprozesse*). Die effiziente Auswahl und Bündelung der Dienstleistungen zu einem integrierten Behandlungspfad (IBP) gestaltet sich in der Praxis jedoch oftmals schwierig. Trotz der wachsenden Informiertheit der Patienten lassen es fehlende Motivation, Zeitmangel sowie fehlendes Wissen und Verständnis über die eigene Erkrankung, fehlende Transparenz im Rehabilitationsprozess sowie ein fehlender Überblick über die Vielzahl an therapeutischen Möglichkeiten aus verschiedenen Institutionen und Sektoren kaum zu, dass Betroffene eigenständig Art und Umfang aller in Frage kommenden Dienstleistungen erfassen und abwägen können [7], [8], [298]. Dies resultiert nicht nur in einer spontanen, der aktuellen Bedarfslage angepassten Orchestrierung, die zumeist nicht den größtmöglichen ökonomischen, physischen und emotionalen Benefit erzielt, sondern auch in frühzeitig abgebrochenen oder nur sporadisch durchgeführten Rehabilitationen [44]. Bei Patienten mit neurologischen Erkrankungen, wie Demenz oder Schlaganfall, kommen erschwerend Einschränkungen der Kognition, Artikulation und Wahrnehmung hinzu, die eine eigenständige Orchestrierung (so gut wie) unmöglich machen [299]. Eine ideale Patientenunterstützung über allen Phasen des Rehabilitationsprozesses hinweg bedarf demnach nicht nur informierende und motivierende Komponenten für (einzelne) therapeutische Maßnahmen (*Steigerung der Therapieadhärenz*), sondern auch prozesssteuernde Komponenten für die adäquate Orchestrierung rehabilitativer Dienstleitungen zu einem IBP. Im Folgenden wird auf einzelne grundlegende inhaltliche und technische Umsetzungsansätze zur computergestützten kundeninduzierten Orchestrierung eingegangen. Da weder die Konzeptualisierung noch die Implementierung der Orchestrierungskomponente einen zentralen Bestandteil dieser Arbeit darstellen, sind die aufgeführten Ansätze im Rahmen einer künftigen Umsetzung zu vertiefen und zu konkretisieren.

4.7.1 Inhaltliche Umsetzungsansätze

Eine adäquate Unterstützung der selbständigen Orchestrierung von Rehabilitationsleistungen bedarf einer möglichst transparenten Abbildung des zugrundeliegenden Rehabilitationsprozesses unter Angabe medizinischer, therapeutischer und patientenspezifischer Entscheidungskriterien (vgl. Abschnitt 4.6). Patientenindividuelle und effiziente Empfehlungen zu Behandlungsalternativen sind dabei nur durch die Bereitstellung eines umfangreichen Patientenprofils möglich. Dies sollte Informationen zu demographischen Charakteristiken (u. a. Alter, Geschlecht), zum aktuellen Gesundheitszustand (u. a. Diagnose, Stadium, Dauer, Einschränkungen, Komorbiditäten), zur bisherigen und aktuellen Behandlung (u. a. Beginn der Behandlung, Art und Umfang) sowie zu Patientenpräferenzen umfassen. Diese Informationen können entweder über

²⁵ Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahmen, z. B. von Übungsprogrammen, ist dennoch sehr flexibel.

eine Dialogkomponente vom Patienten selbst zur Verfügung gestellt werden oder aber aus externen Wissensquellen entnommen werden, wie der elektronischen Patientenakte oder anderen Medizinischen Assistenzsystemen. Die Mehrheit dieser Daten und Informationen ist hoch dynamisch und verändert sich im zeitlichen Verlauf der Behandlung kontinuierlich. So ist nicht nur bei den Präferenzen und Wünschen des Patienten, sondern auch bei Informationen zum Gesundheitszustand und dem Rehabilitationsverlauf stets die Datenaktualität zu wahren (*update of consistent data*).

Aufbauend auf der Wissensbasis sind dem Patienten mögliche Behandlungsalternativen und -pfade aufzuzeigen, aus denen dieser die für sich geeignetsten Alternativen auswählen und bündeln kann. Damit dies möglich ist, ist der Entscheidungsprozess zur Auswahl der empfohlenen Alternativen so transparent wie möglich zu gestalten. Demnach sind die einzelnen Prozessschritte, verwendeten Entscheidungskriterien und langfristigen Ziele zu erläutern. Damit der Patient diesen Entscheidungsprozess nachvollziehen kann, ist es notwendig diesem Wissen über die zugrundeliegende Erkrankung, alternative Behandlungsmethoden sowie rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen zu vermitteln (*Steigerung der Gesundheitskompetenz*).

Ebenso wie bei der Adhärenz zu einzelnen therapeutischen Maßnahmen spielt auch im Orchestrierungsprozess die Motivation der Patienten eine entscheidende Rolle. So ist der Patient nicht nur dazu zu motivieren sich das notwendige Wissen zur Entscheidungsfindung anzueignen sondern auch während des gesamten Rehabilitationsprozesses eine eigenständige, individuelle Zusammenstellung rehabilitativer Dienstleistungen gemäß der eigenen Bedürfnisse und Präferenzen durchzuführen. Spiel-Design-Elemente können dabei zur Steigerung der extrinsischen und intrinsischen Motivation der Patienten beitragen (vgl. Abschnitt 4.5).

4.7.2 Technische Umsetzungsansätze

Prinzipiell ist unter Verwendung von DiGA eine computerbasierte Unterstützung der kundeninduzierten Orchestrierung zur strukturierten Entscheidungsfindung möglich. Hierzu ist ein Algorithmus zu entwickeln, der auf Basis vorhandener Informationen zum Patienten (Patientenprofil, Patientenpräferenzen), bestehenden medizinischen und therapeutischen Wissens sowie vorab definierter Entscheidungskriterien Behandlungsalternativen zur Navigation durch den Rehabilitationsprozess empfiehlt. Dieser kann in einem eigenständigen Entscheidungsunterstützungssystem (Decision Support System, DSS) oder als Entscheidungskomponente einer prozessübergreifenden DiGA eingesetzt werden.

Bei der Auswahl und Bündelung von Rehabilitationsleistungen handelt es sich grundsätzlich um ein mehrdimensionales Entscheidungsproblem. Neben objektiven Komponenten, wie dem medizinischen Wissen, dem therapeutischen Wissen und dem Prozesswissen, setzt sich das Entscheidungsmodell auch aus subjektiven und damit dynamischen Komponenten zusammen, wie dem Patientenprofil und den Patientenpräferenzen, die sich in einem (poly-)hierarchischen Modell abbilden lassen. Entsprechend klassischer multikriterieller Entscheidungsanalyseverfahren (Multi-Criteria Decision Analysis), hier insbesondere dem Multi-Attribute Decision Making, sind zunächst alle Entscheidungs- und damit Behandlungsalternativen sowie relevante persönliche und medizinische Entscheidungskriterien zu identifizieren [300]. Für jede

Behandlungsalternative sind dabei jeweils die Kriterienausprägungen zu bestimmen. Gemäß der Relevanz für die Entscheidungsfindung sind diese Entscheidungskriterien als Faktoren mit entsprechender Gewichtung in einem Entscheidungsmodell abzubilden (Formel 1). Die Kriteriengewichtung kann sowohl statisch erfolgen, als auch dynamisch als Ausdruck der persönlichen Präferenzen eines Individuums (*subjektive Kriteriengewichtung*).

Formel 1: Multikriterielles Entscheidungsmodell zur Unterstützung der kundeninduzierten Orchestrierung

Entscheidungsfeld A:	Menge der zur Verfügung stehenden Aktionen = Behandlungsalternativen im Rehabilitationsprozess + Entscheidungsvariablen
Zustandsraum S:	Kombination aller relevanter Umweltdaten = Medizinisch-therapeutisches Wissen + Prozesswissen + Patientenprofil + Patientenpräferenzen
Ergebnisfunktion g:	$A \times S \rightarrow E$, Zuordnung einer Konsequenz E zu jedem Paar aus Zustandsraum und Entscheidungsfeld = Geeignete Behandlungsalternativen in entsprechender Rangfolge

Die konkrete Implementierung des Entscheidungsmodells als DSS kann entweder als wissensbasiertes System (*knowledge-based DSS*) unter Verwendung einer Wissensbasis und Problemlösungskomponente (*Inferenzmaschine*) oder als datengetriebenes System (*data-driven DSS*) unter Verwendung maschineller Lernverfahren erfolgen [301]. Die *Konstruktion*, d. h. das Konfigurieren und Planen einer Lösung – auch Abfolge von Aktionen – aus einzelnen Bausteinen unter Berücksichtigung spezifischer Anforderungen, zählt dabei als ein Hauptproblemlösungstyp wissensbasierter Systeme [301]. Konstruktionsprobleme finden bspw. bei der Erstellung von Therapieplänen Anwendung, wodurch eine Übertragbarkeit auf ganze Versorgungsprozesse denkbar ist. Zur Repräsentation des fall- und problemspezifischen Wissens können sowohl logikbasierte Ansätze (u. a. *Fakten, Regeln, Constraints*) als auch objektorientierte Ansätze (u. a. *semantische Netze*) angewendet werden [301]. Semantische Netze, wie Ontologien, haben das Potential problemspezifisches Wissen, d. h. medizinisches Wissen über die zugrundeliegende Erkrankung und Prozesswissen in Form rehabilitativer Behandlungsalternativen, unter Berücksichtigung von Patientenprofilen (*fallspezifisches Wissen*) abzubilden [302], [303]. Inwieweit jedoch eine detaillierte Abbildung von Entscheidungskriterien zur Vorgabe mehrerer Behandlungsalternativen möglich ist, ist weiter zu untersuchen. Ebenso verhält es sich mit den Möglichkeiten maschineller Lernverfahren zur Entscheidungsunterstützung.

4.8 Informationssystemebene

Bei der Implementierung von DiGA sind neben rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen (vgl. Abschnitt 4.3) auch eine Reihe technischer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. So ist es für den erfolgreichen Einsatz von DiGA notwendig, diese so gut wie möglich in den Rehabilitationsprozess einzubinden, indem eine Integration in (bestehende) transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen im Gesundheitswesen stattfindet.

4.8.1 Integration in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen

Zur Darstellung transinstitutioneller Informationssystemarchitekturen lässt sich das Drei-Ebenen-Metamodell (three layer graph-based meta-model, 3LGM²) verwenden. Dieses ermöglicht eine (statische) Modellierung von (Sub-)Informationssystemen auf drei Ebenen [304]:

- Fachliche Ebene – Unternehmensaufgaben, Objekttypen
- Logische Werkzeugebene – Anwendungsbausteine, Kommunikationsverbindungen
- Physische Werkzeugebene – physische Datenverarbeitungsbausteine, Datenübertragungsverbindungen

Typischerweise werden mittels 3LGM² einrichtungsbezogene Informationssysteme modelliert. Die klassische Darstellung von Unternehmensaufgaben auf der fachlichen Ebene mit Fokus auf betriebliche Informationssysteme, d. h. einzelne Institutionen wie einem spezifischen Krankenhaus, einem Rehabilitationszentrum oder einer Physiotherapiepraxis, ist in transinstitutionellen Informationssystemen nicht adäquat umzusetzen. Vielmehr bietet es sich an, diese durch übergeordnete Dienstleistungen (*Services*) zu ersetzen, die in einer oder mehreren Einrichtungen im Gesundheitswesen angeboten und durchgeführt werden können. Auch die Komplexität der Modellierung auf der logischen und physischen Werkzeugebene steigt mit der Anzahl beteiligter Institutionen deutlich an. Die Modelle werden hierdurch schnell undurchsichtig [304]. Der 3LGM²-Baukasten bietet daher Funktionalitäten an, mit denen einzelne Inhalte in andere Teilmodelle ausgelagert werden können [304]. Hierdurch ist es möglich die Informationssysteme einzelner Einrichtungen, oder relevante Teile dieser, gemeinsam auf der logischen Werkzeugebene zu modellieren. Jedoch ist die klassische einrichtungsbezogene Sicht auf Informationssysteme mit Blick auf transinstitutionelle Informationssysteme nicht praktikabel. Immer mehr Medizinische Assistenzsysteme, DiGA und simple mHealth-Apps finden im privaten Umfeld Anwendung. Damit bildet nicht nur die Wohnung als diagnostisch-therapeutischer Raum eine neue Art von Informationssystemarchitektur, die während der Modellierung zu berücksichtigen ist. So muss auch das persönliche Umfeld einer Person als Ganzes betrachtet werden. Dies kann vereinfacht dargestellt als *persönliches Informationssystem* in einem Gesundheitssetting (*health care setting*), wie der Rehabilitation, verstanden und im 3LGM² modelliert werden. Damit findet eine Verlagerung von der klassischen betrieblichen Sicht auf Informationssysteme zu einer patientenbezogene Sicht statt.

4.8.2 Kommunikationsebene

Entsprechend der Kommunikationsebene nach John et al. [41] sind im Rahmen der Informationssystemebene wesentliche Schnittstellen zwischen Anwendungssystemen zu definieren und bei der Einbindung von DiGA in transinstitutionelle Informationssysteme zu implementieren. Der Fokus hierbei liegt auf der Spezifikation der Datenübertragungswege, der Kommunikationsstandards, des Autorisierungskonzepts und der Verschlüsselungsverfahren, um einen sicheren Datenaustausch im Informationssystem zu gewährleisten [41]. Voraussetzung hierfür ist, dass Anwendungssysteme und damit auch DiGA interoperabel sind, d. h. Informationen untereinander austauschen und diese auch weiter verarbeiten können [305]. Die Qualität der Informationsverarbeitung ist dabei nicht nur von der semantischen und syntaktischen Interoperabilität der Anwendungssysteme abhängig, sondern auch von der technischen und organisatorischen Interoperabilität [305]. So unterstützen standardisierte Datenübertragungswege, wie die Netzwerkprotokolle Hypertext Transfer Protocol (HTTP) und Transmission Control Protocol (TCP), die technische Interoperabilität. Syntaktische Interoperabilität kann durch einheitliche

Datenformate und Kommunikationsstandards, wie Health Level 7 Version 2 (HL7 v2) und Clinical Document Architecture (CDA), gefördert werden. Sind technische und syntaktische Interoperabilität gegeben, tragen Terminologiestandards, wie LOINC und ICD-10, auch zur semantischen Interoperabilität bei. Insgesamt ist es das Ziel, somit ein möglichst hohes Maß an Integration im Informationssystem zu erreichen und eine Fragmentierung zu vermeiden.

4.8.3 Datenebene

In Anlehnung an John et al. [41] ist auch die Datenebene Teil der Informationssystemebene. Sie legt zunächst fest, welche Datenelemente für den reibungslosen Einsatz einer DiGA erforderlich sind. Dabei definiert sie nicht nur das Datenelement selbst inkl. möglicher Ausprägungen, sondern auch den Datentyp und ggf. das Datenformat. Neben den Benutzerdaten sind zur individuellen Unterstützung eines Patienten jeweils auch Daten zum Patientenprofil zu hinterlegen. Diese werden sowohl zur adäquaten Förderung der Selbstmanagementfähigkeiten eines Patienten benötigt als auch zur Prozesssteuerung (vgl. Abschnitt 4.7). Je nach Einsatzzweck und Funktionsumfang einer DiGA können diese unter Berücksichtigung der gegebenen Datenschutzanforderungen immer konkreter herausgearbeitet und damit verfeinert werden. Eine Auswahl typischer Datenelemente in DiGA ist Tabelle 4-13 zu entnehmen.

Tabelle 4-13: Typische Datenelemente in Digitalen Gesundheitsanwendungen

Kategorie	Datenelemente
<i>Benutzerdaten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzername • E-Mail-Adresse • Passwort
<i>Patientendaten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Stammdaten • Diagnose und Befunde • Therapeutische Maßnahmen
<i>Stammdaten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Name (<i>Vorname, Nachname, ggf. Titel</i>) • Alter • Geschlecht
<i>Diagnose und Befunde</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptdiagnose (<i>ICD-10, Zeitpunkt, Stadium</i>) • Nebendiagnose(n) (<i>ICD-10, Zeitpunkt, Stadium</i>) • Funktionelle Einschränkungen (<i>Art, Schweregrad</i>)
<i>Therapeutische Maßnahmen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Operation (<i>ja/nein, Zeitpunkt, Ausmaß, Komplikationen</i>) • Schmerzmedikation (<i>ja/nein, Dosierung, Applikationsform, Dauer</i>) • Physiotherapie (<i>ja/nein, Beginn, Ende, Dauer</i>)

Die Datenebene umfasst weiterhin die Beschreibung der Datenerfassung, -integration und -analyse von auf GISMOR-basierenden DiGA. Prinzipiell ist es möglich Daten über manuelle Eingaben zu erfassen oder diese automatisiert aus anderen Anwendungssystemen zu entnehmen und in die DiGA zu integrieren. Letzteres erfordert zunächst die Bestimmung geeigneter externer Wissensquellen, wie bspw. AGT, Medizingeräten oder elektronischen Patientenakten einer oder mehrerer Gesundheitseinrichtungen. Anschließend sind notwendige Schnittstellen entsprechend Unterabschnitt 4.8.2 zu spezifizieren und schließlich zu implementieren.

5 Der GISMOR-Ansatz in der Praxis

GISMOR beschreibt einen ganzheitlichen Ansatz zur Entwicklung neuer DiGA oder zur Verbesserung bestehender Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA in der Rehabilitation, mit dem Ziel der Adhärenz- und Motivationssteigerung durch Gamification. Zur Übertragung von GISMOR in die Praxis dient der einfach handhabbare Anwendungsleitfaden „Erklärung der strukturierten Vorgehensweise GISMOR zur Entwicklung und Verbesserung Digitaler Gesundheitsanwendungen für die Rehabilitation mit dem Ziel der Motivations- und Adhärenzsteigerung“. Dieser stellt eine Handlungshilfe für Softwareentwickler, Medizininformatiker und Gesundheitsversorger dar, und zeigt ihnen, wie sie die einzelnen Ebenen des GISMOR-Ansatzes zur Entwicklung effizienter DiGA oder Verbesserung bestehender Anwendungen einsetzen können. Selbstverständlich stellt jede DiGA individuelle Anforderungen an die organisatorische und technische Umsetzung, doch bietet der Leitfaden ein gutes Grundgerüst. Vor der Anwendung des Leitfadens ist zunächst zu entscheiden, ob eine neue DiGA entwickelt oder aber eine bestehende Anwendung optimiert werden soll. In Abhängigkeit der konkreten Ziele der DiGA ist anschließend festzulegen, welche Ebenen des GISMOR-Ansatzes und damit welche Kapitel des Anwendungsleitfadens nutzbar sind, um diese Ziele zu erreichen. Grundsätzlich gilt, dass GISMOR je nach Einsatzzweck entweder als Ganzes oder nur in Teilen (einzelne Ebenen) verwendet werden kann. Insgesamt besteht der Anwendungsleitfaden aus acht Kapiteln, die die einzelnen Ebenen des GISMOR-Ansatzes repräsentieren.

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Anwendungsebene: | Bestimmung des Anwendungskontexts in dem die DiGA einzusetzen ist. |
| 2. Interaktionsebene: | Spezifikation bzw. Evaluation grundlegender Anforderungen an das Design der DiGA insb. an die Benutzerschnittstelle und das Benutzererlebnis. |
| 3. Dienstleistungsebene: | Spezifikation der grundlegenden Dienste, die die DiGA umsetzen soll sowie Definition bzw. Prüfung rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen. |
| 4. Patientenebene: | Identifikation wesentlicher Adhärenzfaktoren im Rehabilitationsprozess. |
| 5. Gamificationsebene: | Gezielte Auswahl, Kombination und Gestaltung von Spiel-Design-Elementen zur Adhärenzsteigerung. |
| 6. Prozessebene | Perspektivische Einbindung der DiGA in den Versorgungsprozess. |
| 7. Orchestrierungsebene: | Perspektivische Auswahl und Bündelung einzelner Rehabilitationsmaßnahmen zu einem integrierten Behandlungspfad. |
| 8. Informationssystemebene: | Perspektivische Einbindung der DiGA in eine (bestehende) transinstitutionelle Informationssystemarchitektur. |

Jedes der zuvor beschriebenen Kapitel beinhaltet neben einer kurzen Beschreibung der GISMOR-Ebene, eine Erklärung zur Nutzung der Inhalte in der Praxis sowie, soweit möglich, mindestens ein Anwendungsbeispiel für ein besseres Verständnis zum Umgang mit GISMOR. Bei der Entwicklung einer neuen DiGA sollten die Kapitel schrittweise abgearbeitet werden, um eine möglichst effiziente und von den zukünftigen Nutzern akzeptierte Anwendung zu erhalten. Für die Verbesserung eines bestehenden Medizinischen Assistenzsystems oder einer DiGA ist keine feste Reihenfolge einzuhalten. Hier kommt es vielmehr darauf an, unter Berücksichtigung der einzelnen GISMOR-Ebenen, gezielt Schwachstellen in einer Anwendung zu identifizieren und Optimierungspotentiale herauszuarbeiten, die wiederum mit Hilfe von GISMOR adressiert werden können. Der Anwendungsleitfaden für GISMOR stellt ein eigenes, unabhängiges Dokument dar, welches Anhang 4, S. 213 zu entnehmen ist.

6 Evaluation des GISMOR-Ansatzes am Beispiel der Schulterrehabilitation

Zur Prüfung der Anwendbarkeit des GISMOR-Ansatzes wird das für die Telerehabilitation von Schulterläsionen entwickelte Medizinische Assistenzsystem *AGT-Reha* herangezogen. Aufgrund der langjährigen Mitarbeit im AGT-Reha-Projekt und der hierbei gesammelten Erfahrungen in verschiedenen Phasen des Projekts, stellt AGT-Reha eine optimale Ausgangsbasis zur Evaluation von GISMOR dar (Abschnitt 6.1). Unter Verwendung des Anwendungsleitfadens zu GISMOR erfolgt zunächst eine schrittweise Analyse des AGT-Reha-Systems (Abschnitt 6.2). Diese dient dazu, Verbesserungspotentiale hinsichtlich der kurz- und langfristigen Wirkung auf die Motivation und Therapieadhärenz aufzuzeigen. Aufbauend hierauf sind konkrete Umsetzungsvorschläge zur Optimierung von AGT-Reha darzustellen (Abschnitt 6.3).

6.1 Das AGT-Reha-Projekt

Das Projekt „Assistierende Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training“ (AGT-Reha) ist ein von der Deutschen Rentenversicherung Braunschweig-Hannover gefördertes Kooperationsprojekt des Peter L. Reichertz Instituts für Medizinische Informatik (PLRI), der Klinik für Rehabilitationsmedizin der Medizinischen Hochschule Hannover und dem Rehazentrum Bad Pyrmont. Ziel ist es, die Unterstützung der häuslichen Telerehabilitation in der ambulanten Post-Rehabilitationsphase mit AGT zu untersuchen [306]. Das Projekt unterteilt sich in drei Phasen: (1) Umsetzung und Prüfung der Machbarkeit des Telerehabilitationstrainings unter Verwendung von AGT, (2) empirische Erprobung in der Häuslichkeit und (3) Untersuchung der Wirksamkeit bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Kosten.

Phase 1: Entwicklung des AGT-Reha-Systems

Die Entwicklung des AGT-Reha-Systems erfolgte in enger Abstimmung mit den Physiotherapeuten des Reha zentrums Bad Pyrmont. Gemeinsam wurde ein Übungskatalog bestehend aus neun physiotherapeutischen Übungen entwickelt, der als Grundlage für einen ersten Prototypen diente. Dieser wurde im Verlauf des Projekts unter Beteiligung von Physiotherapeuten, Ärzten und Patienten stetig weiterentwickelt (aktuell AGT-Reha v3; Abbildung 6-1).



Abbildung 6-1: AGT-Reha Trainingsszene in der aktuellen Version 3 des Systems [307]

Bei AGT-Reha handelt es sich um ein Telerehabilitationssystem, bestehend aus einer am PLRI entwickelten Software und der zugehörigen Hardware in Form eines All-in-One-PCs und einer KinectTM-Kamera. AGT-Reha ermöglicht es Patienten mit (chronischen) Schulterbeschwerden auch nach der stationären oder ganztägig ambulanten Rehabilitation eigenverantwortlich, aber durch indirekte Kontrolle der Trainingshäufigkeit und -qualität, etablierte physiotherapeutische Eigenübungen in Form eines Heimtrainingsprogramms auszuführen. Während des Trainings erfasst die Kinect die Bewegungen eines Patienten und berechnet hieraus eine stark vereinfachte Darstellung der Übung. Die AGT-Reha-Software wertet die aufgezeichneten Daten bereits während der Übung aus und gibt dem Patienten ein Feedback zur Übungsqualität, um somit bei der korrekten Übungsausführung zu unterstützen. Am Ende einer Übung erhält der Patient jeweils eine Einschätzung der Übungsausführung im Hinblick auf die Genauigkeit, Balance und Geschwindigkeit. Weiterhin überträgt AGT-Reha die Trainingsdaten gesichert an einen zentralen Server. Über das AGTRehaCare Webinterface können die behandelnden Therapeuten somit erkennen, welcher Patient welche Übungen wie gut und in welcher Häufigkeit ausgeführt hat. Bei Problemen oder Auffälligkeiten ist es somit, im Gegensatz zum üblichen Heimtraining, direkt möglich korrigierend einzugreifen. Über das Webinterface kann außerdem eine Anpassung des Übungsprogramms durchgeführt werden. So ist es möglich, die Anzahl der Übungen sowie die Anzahl der Wiederholungen pro Übung anzupassen. [306], [307]

Phase 2: Pilotstudie

Nach den ersten Erprobungen des AGT-Reha-Systems im Rehazentrum Bad Pyrmont und Einbindung des Webinterfaces in die Klinik-IT, erfolgte die empirische Erprobung beim Patienten zu Hause. In dieser monozentrischen explorativen Machbarkeitsstudie konnte die technische Machbarkeit des Systems gezeigt werden. So ist es möglich, dass Patienten eigenständig zu Hause mit AGT-Reha trainieren und die entsprechenden Daten zur Übungsqualität und -quantität automatisiert den behandelnden Physiotherapeuten über AGTRehaCare zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin zeigte die Pilotstudie die grundlegende Akzeptanz der Therapeuten und Patienten. Von den insgesamt 12 Probanden würden alle das AGT-Reha-System weiterempfehlen, zehn wiederverwenden und sieben weiternutzen. Außerdem sahen fast alle Probanden (n=11) AGT-Reha als Hilfestellung bei ihrem häuslichen Training an, das motivierend wirkt. [306]

Phase 3: Wirksamkeitsstudie

Bei AGT-Reha-WK handelt es sich um eine monozentrische, nicht-randomisierte, unverblindete Phase-III-Therapiestudie, die als Nicht-Unterlegenheitsstudie geplant ist [307]. Sie untersucht, ob die Therapieunterstützung mit AGT-Reha nur unwesentlich schwächer oder mindestens genauso gut ist wie die bestehende Standardnachsorge, die Medizinische Trainingstherapie (MTT). Die Studienpopulation setzt sich aus Patienten im Erwerbstätigenalter zusammen, die aufgrund (chronischer) Schulterbeschwerden stationäre Rehabilitationsmaßnahmen im Rehazentrum Bad Pyrmont erhalten. Häufigste Diagnose der eingeschlossenen Probanden ist das SIS. Von den insgesamt 84 Probanden der Studie erhielten 42 das AGT-Reha-System für ihre sechs-monatige poststationäre Rehabilitation. Die Teilnehmer der Prüfintervention verzichteten somit auf die übliche MTT. Primärer Zielparаметer zur Evaluation der Wirksamkeit ist die

Schulterfunktion (Schmerzintensität und Schulterbeweglichkeit), erhoben mittels Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). Zu den sekundären Zielparametern zählen neben den direkten Kosten der Behandlung die subjektive Einschätzung der Erwerbstätigkeit, die Arbeitsbewältigung, die berufliche Situation der Patienten sowie die Nachhaltigkeit der Therapie mit AGT-Reha. Die Auswertung der Studienergebnisse steht bisher noch aus. In Bezug auf die Nachhaltigkeit lässt sich jedoch bereits jetzt festhalten, dass die in der Therapie erlernten Eigenübungen auch nach Beendigung des sechs-monatigen Behandlungszeitraums häufiger in der AGT-Reha-Gruppe als in der MTT-Gruppe fortgesetzt werden. Mit 56% (23 von 41 Patienten) ist dieser Anteil dennoch relativ gering. Weiterhin zeigt sich, dass die Regelmäßigkeit des Trainings mit AGT-Reha mit Fortschreiten der Behandlung insgesamt abnimmt. Neben Zeitmangeln werden von den Patienten Langeweile und fehlende Motivation als Gründe angegeben.

6.2 Analyse von AGT-Reha anhand von GISMOR

Entsprechend des Anwendungsleitfadens zu GISMOR ist zunächst zu entscheiden, ob eine neue DiGA entwickelt oder aber ein existierendes Medizinisches Assistenzsystem bzw. eine DiGA optimiert werden soll. Mit Blick auf AGT-Reha ist es eindeutig das Ziel, das Medizinische Assistenzsystem hinsichtlich der kurzfristigen und langfristigen Wirkung auf die Motivation und Therapieadhärenz bei physiotherapeutischen Eigenübungen und auch darüber hinaus zu verbessern. Dementsprechend ist GISMOR nicht zwingend als Ganzes anzuwenden. Vielmehr bietet es sich an, unter Berücksichtigung einzelner Ebenen des GISMOR-Ansatzes, gezielt Schwachstellen im AGT-Reha-System zu identifizieren und somit Optimierungspotentiale herauszuarbeiten, die sich wiederum mit Hilfe von GISMOR adressieren lassen. Entsprechend der therapeutischen Ziele des AGT-Reha-Systems, der bisherigen Umsetzung und der Rückmeldungen der Patienten zur Therapie erscheinen eine Analyse mit Fokus auf die Interaktions-, die Dienstleistungs-, die Patienten- und die Gamificationsebene am zweckmäßigsten. Die Prozess-, Orchestrierungs- und Informationssystemebene finden aufgrund ihrer rein perspektivischen Betrachtung im Anwendungsleitfaden keine Berücksichtigung bei der Analyse von AGT-Reha.

6.2.1 Beschreibung der Anwendungsebene

Für die nachfolgenden Analysen ist es sinnvoll, auch bei einem bereits existierenden Medizinischen Assistenzsystem wie AGT-Reha, den Anwendungskontext zu beschreiben. Hierbei ist es möglich, auch zukünftige Entwicklungsvorhaben, wie die Ausweitung auf andere Patientengruppen, zu berücksichtigen, sofern dies gewünscht ist.

AGT-Reha dient der Unterstützung der orthopädischen Rehabilitation von Patienten mit Schulterläsionen nach einem stationären Rehabilitationsaufenthalt. Dabei erbringt AGT-Reha Leistungen zur poststationären Rehabilitation sowohl über zeitliche als auch räumliche Distanz zu einer Rehabilitationseinrichtung. Als Telerehabilitationssystem ist AGT-Reha u. a. als Alternative zu anderen Nachsorgeformen einzusetzen. Patienten mit chronischen Schulterbeschwerden sollen hierzu bei ihrem häuslichen Training, d. h. der eigenverantwortlichen Ausführung von physiotherapeutischen Eigenübungen, unterstützt werden. Beim Einsatz von AGT-Reha als Ergänzung zu anderen poststationären Nachsorgeformen ist es weiterhin das

Ziel, die Therapieadhärenz zur Durchführung von häuslichen Eigenübungen zu steigern. Zusammenfassend ergibt sich damit folgender Anwendungskontext.

Medizinischer Fachbereich:	Orthopädische Rehabilitation insb. Telerehabilitation
Indikation:	Schulterläsionen (u. a. Frozen Shoulder, Rotatorenmanschettenruptur, SIS)
Intention:	Unterstützung von Patienten mit chronischen Schulterbeschwerden während der poststationären Rehabilitationsphase bei ihrem häuslichen Training. Adhärenzsteigerung in Bezug auf die eigenverantwortliche Durchführung von häuslichen Eigenübungen in der poststationären Rehabilitationsphase.

6.2.2 Analyse der Interaktionsebene

Wie die Interaktionsebene zeigt, sind bei der Gestaltung Medizinischer Assistenzsysteme wie AGT-Reha sowohl die interaktive, visuelle und konzeptuelle Gestaltung des UI essentiell als auch die resultierende UX. Da es sich bei AGT-Reha um eine bereits implementierte und im Einsatz befindliche Anwendung handelt, ist es nicht zielführend den gesamten Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme (erneut) zu durchlaufen. Vielmehr ist mit Hilfe der im Anwendungsleitfaden angegebenen Checklisten zu prüfen, inwieweit die Design-Prinzipien für persuasive Systeme und eine gute UX erfüllt sind. Die Bewertung der Design-Prinzipien erfolgt über eine Kombination aus einer AGT-Reha-spezifischen Dokumentenanalyse und einer geführten Gruppendiskussion mit Experten aus dem AGT-Reha-Team (*interne Fremdevaluation*). Hier werden sowohl technische Aspekte als auch die implementierten Funktionalitäten reflektiert. Zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit und Erlernbarkeit werden die Ergebnisse bereits im Rahmen des AGT-Reha-Projekts durchgeführter Nutzerbefragungen hinzugezogen.

Zuverlässigkeit

AGT-Reha stellt mit den Anleitungsvideos objektive und wahrheitsgemäße Informationen zur Übungsausführung zur Verfügung (*Vertrauenswürdigkeit*). Die Übungsbewertung hat jedoch Schwachstellen, sodass die hier ermittelten Punktwerte nicht immer der Realität entsprechen.

Im eigentlichen Sinne vermittelt AGT-Reha kein *Fachwissen*. Vielmehr dient das System als Erinnerungsstütze zur korrekten Durchführung von Eigenübungen. Das hierfür erforderliche Wissen wurde den Patienten bereits im Rehabilitationszentrum vermittelt. Dieses wird lediglich in Form der Anleitungsvideos und des Traineravatars aufgefrischt.

AGT-Reha stellt eine *zuverlässige professionelle Benutzeroberfläche* bereit. Beim Einsatz des Medizinischen Assistenzsystems kommt es weder zu Abstürzen der Oberfläche, noch gibt es flackernde Elemente auf der Benutzeroberfläche oder ungewünschte Überlagerungen.

Die Logos auf dem Startbildschirm von AGT-Reha zeigen, welche Organisationen hinter den Inhalten der Anwendung stehen (*Realitätsnähe*). Über das Anwenderhandbuch sind außerdem weiterführende Informationen zu den Organisationen und die Kontaktdaten eines Verantwortlichen für etwaige Rückfragen einzusehen. Es existiert jedoch kein separates Impressum.

AGT-Reha bezieht sich bei den Anleitungsvideos auf *Autoritäten* im Fachgebiet der Physiotherapie. Die Anleitungsvideos und Inhalte des Systems wurden in Zusammenarbeit von Physiotherapeuten und Medizininformatikern erstellt. Dies ist im zugehörigen Anwenderhandbuch erkennbar. Jedoch liefern weder AGT-Reha noch das Anwenderhandbuch wissenschaftliche Belege zur Wirksamkeit der Therapie. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass bisher noch kein Wirksamkeitsnachweis zum Training stattgefunden hat (vgl. Abschnitt 6.1).

Mit Ausnahme des Kontakts zum Physiotherapeuten besteht in AGT-Reha keine Möglichkeit zur *Überprüfung* der Inhalte im Anwenderhandbuch sowie der Anleitungsvideos. Neben den Anleitungsvideos und der Trainingsszene, die gemeinsam mit den behandelnden Physiotherapeuten entwickelt wurden, stehen jedoch auch keine weiteren Informationen, insbesondere kein weiteres Fachwissen, zur Verfügung.

In Bezug auf die Zuverlässigkeit erzielt AGT-Reha 7 von 12 Punkten²⁶ (Tabelle 6-1).

Tabelle 6-1: Bewertung der Zuverlässigkeit von AGT-Reha

Zuverlässigkeit	Erfüllungsgrad			
<i>Vertrauenswürdigkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Fachwissen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Zuverlässigkeit der Oberfläche</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Realitätsnähe</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Autorität</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Hinweise auf Drittanbieter</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Überprüfbarkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Benutzerfreundlichkeit

AGT-Reha verfügt über keine *Erinnerungsfunktionen*, die die Patienten aktiv darauf hinweisen ihr Training auszuführen. Allerdings wissen die Patienten, dass ihr behandelnder Physiotherapeut im Webinterface überprüfen kann, ob sie auch tatsächlich trainieren. Dies erzeugt neben einem schlechten Gewissen auch sozialen Druck. Da das AGT-Reha-System i. d. R. deutlich sichtbar in den Wohnungen der Patienten platziert ist, erinnert dieses selbst ans Training.

Das AGT-Reha-System gibt nur im begrenzten Maße *Ratschläge*. So tragen die Übungsbewertung, der Traineravatar und korrigierende Symbole zwar dazu bei eine Übungsausführung zu verbessern, Ratschläge die über die einzelnen Übungen hinausgehen existieren jedoch nicht. Ebenso schlägt AGT-Reha den Patienten keine *Alternativen* zu den Übungen, geschweige denn zum gesamten Training vor. Diese können nur beim Physiotherapeuten erfragt werden.

Insgesamt bietet AGT-Reha den Patienten hohe Flexibilität beim häuslichen Training. Den Patienten ist es möglich selbst zu entscheiden wann und wie oft sie trainieren. Sie haben somit die *Freiheit* ein oder mehrmals täglich zu trainieren oder aber Trainings ausfallen zu lassen. Darüber hinaus existieren keine Abhängigkeiten zu einer Rehabilitationseinrichtung, bspw. durch Öffnungszeiten oder die Erreichbarkeit. Gleichzeitig schafft das AGT-Reha-System die notwendige *Kontrolle*, um ein sicherer Training zu gewährleisten. Allerdings können die Patienten nicht selbst entscheiden, welche Übungen sie ausführen möchten. Weiterhin besteht keine

²⁶ Ja = 2 Punkte; Teilweise = 1 Punkt; Nein = 0 Punkte; Nicht zutreffend = -2 Punkte in der Maximalpunktzahl

Möglichkeit einzustellen, wie viel Zeit ihnen für ein Training zur Verfügung steht. So dauert ein Training im Schnitt 30 Minuten und kann nicht verkürzt werden.

Die *Navigation* durch AGT-Reha ist mehr als simpel, da der Patient Schritt für Schritt durch ein Training begleitet wird. Vom Patienten erforderliche Handlungen, wie das Positionieren in der Kalibrierungsszene, werden durch textuelle und farbliche Hinweise erläutert. Auch der Pausenmodus während einer Übung wird automatisch ausgelöst, wenn ein Patient das Erkennungsfeld der Kinect verlässt. Hierzu existieren jedoch keine Erklärungen.

Das visuelle Design von AGT-Reha ist funktional und dennoch ansprechend. Dies drückt sich in der harmonischen Farbgebung, den kleinen visuellen Details sowie der liebevoll gestalteten Trainingsszene aus. Gleichwohl zeigen Befragungen unter den Patienten nutzerabhängige Unterschiede in der Design-Bewertung. Während 'ältere' und/oder weniger technikaffine Nutzer vom Design des AGT-Reha-Systems begeistert sind, *gefällt* dieses gerade den jüngeren und technikaffineren Nutzern weniger gut. Diese vergleichen das Design von AGT-Reha mit aktuellen Computerspielen, die mit umfangreicheren Grafik-Engines arbeiten und damit mehr Realität schaffen. Daher wirkt das Design von AGT-Reha auf diese Nutzergruppe zu einfach.

In Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit erzielt AGT-Reha 6 von 12 Punkten (Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: Bewertung der Benutzerfreundlichkeit von AGT-Reha

Benutzerfreundlichkeit	Erfüllungsgrad			
<i>Erinnerungen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Vorschläge</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Kontrolle/Freiheit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Kontrolle für fortgeschr. Nutzer</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Navigation</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Gefallen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Vereinfachung von Aufgaben

Durch die Aufteilung des Trainingsprogramms in einzelne Trainingseinheiten und Übungen erfolgt eine *Reduktion* der poststationären Rehabilitation in einfachere Teilaufgaben. Zeitgleich führt das AGT-Reha-System die Patienten schrittweise durch das Training. AGT-Reha führt die Patienten damit optimal durch den Prozess der häuslichen Eigenübungen (*Tunnelung*).

Zwar findet keine *Anpassung* der in AGT-Reha bereitgestellten Informationen auf die Interessen und Persönlichkeiten der Nutzer statt, jedoch werden die individuellen Bedarfe berücksichtigt. So erhalten die Patienten in Abhängigkeit der Trainingsqualität mehr oder weniger Informationen zur korrekten Übungsdurchführung (Anleitungsvideo vs. Bildanleitung). Weiterhin wird der Gesundheitszustand eines Patienten durch die behandelnden Physiotherapeuten berücksichtigt. Nach Kontakt mit diesen ist es möglich die Anzahl der Übungen, die Wiederholungsanzahl und die Anzahl der Trainingssets anzupassen. Hierdurch entsteht ein *personalisiertes* Trainingsprogramm. Bei einzelnen Übungen kann darüber hinaus zwischen unterschiedlichen Übungsvarianten gewählt werden. Die angezeigten Begrüßungstexte beziehen sich ebenfalls auf den individuellen Patienten in Abhängigkeit der durchgeführten Trainings.

Durch Anzeige des aktuellen Status und aggregierter Informationen zum Trainingsfortschritt bietet AGT-Reha ein grundsätzliches *Self-Monitoring*. Patienten können sowohl ihre

Ziele in Bezug auf die Durchführung einer einzelnen Übung als auch die Ausführung einer Trainingseinheit verfolgen. So ist es möglich, direkt während der Übungsausführung einzusehen, wie viele Wiederholungen bereits durchgeführt wurden, wie viele Wiederholungen noch ausstehen und wie gut eine einzelne Übungsausführung ist. Während der Trainingseinheit kann der Patient weiterhin einsehen, bei welcher Übung er gerade ist und welche Übungen er noch für den erfolgreichen Abschluss des Trainings ausführen muss. Tendenzen und Trends über die Zeit, insbesondere mit historischen Vergleichen, sind in AGT-Reha nur schwer bis gar nicht zu erkennen. Auch Fortschritte in Bezug auf die gesamte poststationäre Rehabilitation in Form der Verbesserung des Gesundheitszustands sind nicht ersichtlich.

AGT-Reha bietet mit den Anleitungsvideos, dem Traineravatar, dem Einblenden von Korrektursymbolen und dem Bewertungslaufbalken eine Reihe von *Hilfsmitteln* zur korrekten Übungsausführung. Hilfsmittel zur langfristigen Ausführung von Eigenübungen über die Nutzung von AGT-Reha hinaus oder alternative Maßnahmen in der poststationären Rehabilitation sind nicht gegeben. Ebenso besteht beim Training selbst Optimierungspotential, bspw. durch akustisches und haptisches Feedback oder geführte Übungen.

Durch fehlende Interaktions- und Individualisierungsmöglichkeiten bietet AGT-Reha kaum Funktionalitäten, die es einem Nutzer ermöglichen sich mit dem System zu identifizieren. Weder existieren Möglichkeiten zur Anpassung des Traineravatars und der Anleitungsvideos noch gibt es Möglichkeiten zur Spracheinstellung. Dennoch trägt AGT-Reha zur *Ähnlichkeit* bei, indem das eigene Spiegelbild des Patienten in der Trainingsszene angezeigt wird.

AGT-Reha erzielt bei der Vereinfachung von Aufgaben 10 von 14 Punkten (Tabelle 6-3).

Tabelle 6-3: Bewertung der Vereinfachung von Aufgaben in AGT-Reha

Vereinfachung von Aufgaben	Erfüllungsgrad			
<i>Reduktion</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Tunnelung</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Anpassung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Personalisierung</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Self-Monitoring</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Simulation</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Hilfsmittel</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Ähnlichkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Sozialer Einfluss

Insgesamt erzielt AGT-Reha nur 5 von 22 Punkten beim Design-Prinzip sozialer Einfluss (Tabelle 6-4). So existieren weder Möglichkeiten zur *Kooperation* oder zum *Wettkampf* mit anderen Nutzern noch erfolgt *öffentliche Anerkennung* für die erzielten Leistungen. Auch ohne kompetitiven Charakter sind keine *sozialen Vergleiche* über die Leistungen beim Training oder gar eine *soziale Förderung* durch das Verhalten anderer Nutzer möglich. Gruppenvergleiche, die auch einen *normativen Einfluss* auf die Patienten nehmen können, sind ausschließlich im Rehabilitationszentrum denkbar, wenn die Patienten dies selbst initiieren. Der Bedarf zur Umsetzung einer derartigen Funktionalität verdeutlicht sich zunehmend an einer Patientengruppe, die ihre Telefonnummern miteinander ausgetauscht hat, um auch im Anschluss an den stationären

Aufenthalt die erzielten Punkte und Sterne miteinander vergleichen zu können. Sonstigen normativen Einfluss auf den Patienten nehmen ausschließlich die behandelnden Physiotherapeuten. Diese haben die Möglichkeit, die Patienten anzurufen und darauf hinzuweisen, dass nicht trainiert wird, in Zukunft aber wieder trainiert werden muss, um einen nachhaltigen Rehabilitationserfolg zu erzielen. Die Patienten nehmen somit die *soziale Rolle* des Trainierenden als Lernenden an. Weitere gruppenspezifische Rollen existieren nicht. Damit erfolgt keine weitere Korrektur durch andere Patienten oder Bestätigung für ein richtiges Verhalten. Weder ist es möglich, direkt von anderen Patienten zu lernen noch von dessen Fehlern. Ein *soziales Lernen* wird lediglich über die Anleitungsvideos und den Traineravatar als NSC erzeugt.

AGT-Reha spricht den Patienten *Lob* in Form von virtuellen *Belohnungen* aus. Über Punkte, sammelbare Sterne und ein +1 Sternchen bei besonders guter Übungsausführung erhalten Patienten Feedback zum Training. Ein Feuerwerk belohnt die Patienten für den Abschluss einer Trainingseinheit. Insgesamt ist das Belohnungskonzept jedoch sehr simpel gehalten und birgt großes Potential über die Gamificationsebene ausgeweitet zu werden.

Tabelle 6-4: Bewertung des sozialen Einflusses von AGT-Reha

Sozialer Einfluss	Erfüllungsgrad			
<i>Soziales Lernen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Sozialer Vergleich</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Normativer Einfluss</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Soziale Förderung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Kooperation</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Wettkampf</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Anerkennung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Einbindung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Lob</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Belohnungen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Soziale Rolle</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Ethik

AGT-Reha überträgt weder Bild- noch Tondaten an die Physiotherapeuten oder andere Personen. Alle datenschutzrechtlichen Bestimmungen nach BDSG und EU-DSGVO sind in einem umfangreichen *Datenschutzkonzept* festgehalten. Durch die vorab an die Patienten ausgehängte Patienteninformation und Datenschutzerklärung ist den Patienten zu jeder Zeit klar wofür ihre Daten verarbeitet werden und wer auf diese Zugriff hat (informierte Einwilligung). Auch beim Training selbst steht das Wohlbefinden der Nutzer stets im Vordergrund (*Benevolenz*). Eine umfangreiche interdisziplinäre Risikoanalyse identifizierte potentielle Risiken beim Training mit AGT-Reha. Diese wurden, soweit möglich, eliminiert. Andernfalls wurden entsprechende textuelle Hinweise in AGT-Reha oder dem Anwenderhandbuch hinterlegt, um die Patienten darauf aufmerksam zu machen, vorrangig an ihr eigenes Wohlbefinden zu denken und bspw. nicht gegen einen Schmerz in der Schulter zu trainieren. Die Verantwortung für die Gesundheit beim Training liegt damit vorrangig beim Patienten selbst.

In Bezug auf ethische Aspekte erzielt AGT-Reha 5 von 6 Punkten (Tabelle 6-5).

Tabelle 6-5: Bewertung ethischer Aspekte in AGT-Reha

Ethik	Erfüllungsgrad			
Datenschutz	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Benevolenz	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Verantwortung	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Design-Motivation	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Informationsarchitektur

AGT-Reha erfordert keine Navigation durch den Nutzer. Dieser wird automatisch durch das Training geleitet. *Visuelle Hierarchien* im eigentlichen Sinne gibt es nicht. Jedoch teilt sich das Trainingsprogramm in einzelne thematisch geordnete Szenen auf (*Gruppierung von Inhalten*). Diese sind in sich konsistent und bestehen aus einer Überschrift in einem Banner und einem Hauptteil, der ergänzende Informationen am rechten Bildschirmrand beinhaltet. Überlagerungen in Form von Symbolen werden stets mittig oder am oberen rechten Bildschirmrand angezeigt. Jedes Trainings erfolgt nach dem gleichen Prinzip.

Begriffe werden im gesamten Training einheitlich verwendet. Dies trifft nicht nur auf das AGT-Reha-System sondern auch ergänzende Dokumente zu, wie das Anwenderhandbuch.

In Bezug auf die Informationsarchitektur erzielt AGT-Reha volle Punktzahl (Tabelle 6-6).

Tabelle 6-6: Bewertung der Informationsarchitektur in AGT-Reha

Informationsarchitektur	Erfüllungsgrad			
Visuelle Hierarchie	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Gruppierung von Inhalten	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Taxonomie	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Erlernbarkeit

Wie bereits beschrieben zieht sich durch das gesamte AGT-Reha-System ein *konsistentes* Design. Dies bezieht sich nicht nur auf die Informationsarchitektur, sondern auch auf die einheitlich verwendete Farbgebung. Dies fördert auch die *Sichtbarkeit* der verfügbaren Funktionalitäten. Durch entsprechende Visualisierungen und deutliche textuelle Beschreibungen in Textblöcken ist den Patienten stets klar, was sie tun müssen und welche Funktionalitäten zur Verfügung stehen. Ausschließlich in Bezug auf die Lautstärkeeinstellung und den Startzeitpunkt einer Übung existieren kleinere Unsicherheiten.

Eine einfache Sprache und selbsterklärende Symbole tragen zur *Vertrautheit* bei. Etwaige Unklarheiten in Bezug auf die Bedeutung der Symbole können durch Nachschlagen im Anwenderhandbuch ausgeräumt werden.

In Bezug auf die Informationsarchitektur erzielt AGT-Reha 5 von 6 Punkten (Tabelle 6-7).

Tabelle 6-7: Bewertung der Erlernbarkeit von AGT-Reha

Erlernbarkeit	Erfüllungsgrad			
Sichtbarkeit	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Konsistenz	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Vertrautheit	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Bedeutung	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Sicherheit und Schutz

Da Patienten nicht aktiv mit AGT-Reha interagieren, sind auch keine *Bestätigungen* für wichtige oder nicht rückgängig zu machende Handlungen erforderlich. Dementsprechend sind auch keine aktiven durch den Patienten ausgelösten *Rückschritte* zwischen Szenen, Abbrüchen von Szenen oder *Wiederherstellungen* möglich. Jedoch können einzelne Übungen vom Patienten unterbrochen und später fortgesetzt werden, wenn dieser die Trainingsszene verlässt und nach kurzer Zeit wieder betritt. Wenn eine Trainingsszene für längere Zeit verlassen wurde, kann eine Übung auch abgebrochen und neu gestartet werden.

In Bezug auf Sicherheit und Schutz erzielt AGT-Reha 2 von 4 Punkten (Tabelle 6-8).

Tabelle 6-8: Bewertung der Sicherheit von AGT-Reha

Sicherheit und Schutz	Erfüllungsgrad			
<i>Bestätigung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Rückschritte</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Wiederherstellung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Anpassung

AGT-Reha bietet den Patienten kaum Anpassungsmöglichkeiten. Insgesamt erreicht das System nur 2 von 6 Punkten (Tabelle 6-9). Während die Vorteile des geführten Trainingsprogramms zuvor bereits beschrieben wurden, ist schnell klar, dass dies Nachteile hinsichtlich der *Flexibilität* mit sich bringt. So haben die Patienten keine alternativen Möglichkeiten eine Übung durchzuführen. Ebenfalls ist es ihnen nicht möglich, zwischen Übungen auszuwählen. AGT-Reha verfügt über keine Funktionalitäten durch die die Patienten *Personalisierungen* vornehmen können – weder in Bezug auf das Training noch im Hinblick auf das Design.

Tabelle 6-9: Bewertung der Anpassbarkeit von AGT-Reha

Anpassung	Erfüllungsgrad			
<i>Flexibilität</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Personalisierung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Freundlichkeit</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Anpassung Barrierefreiheit für Personen mit Einschränkungen

Bis auf die Farbgebung, die eine Rot-Grün-Sehschwäche berücksichtigt, ist das Design von AGT-Reha nicht an die Fähigkeiten der Patienten anpassbar (*Erkennbarkeit*). AGT-Reha stellt keine unterschiedlichen Schriftgrößen oder Kontraste zur Verfügung. In Bezug auf die Einfachheit des Designs, stellt sich die Frage, ob durch die fehlenden aktiven Interaktionsmöglichkeiten, nicht auch der Spaß an der Nutzung von AGT-Reha gemindert wird.

Bei Patienten, die eine Übung nicht erfolgreich abschließen können, da sie die Endpose aufgrund der Funktionseinschränkungen in der Schulter nicht erreichen, wird die Übungszählung dennoch fortgesetzt (*Nachsicht*). Dieses vermeidet ein ‘unendliches’ Training und damit eine Überbeanspruchung der Schulter.

AGT-Reha erzielt bei der Barrierefreiheit 3 von 6 Punkten (Tabelle 6-10Tabelle 6-8).

Tabelle 6-10: Bewertung der Barrierefreiheit von AGT-Reha für Personen mit Einschränkungen

Barrierefreiheit für Personen mit Einschränkungen	Erfüllungsgrad			
	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Erkennbarkeit	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Bedienbarkeit	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input checked="" type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Einfachheit	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
Nachsicht	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

6.2.3 Beschreibung und Analyse der Dienstleistungsebene

Die Dienstleistungsebene unterteilt sich in zwei Teile, die entsprechend des Anwendungsleitfadens zu GISMOR nacheinander zu beschreiben sind.

6.2.3.1 Beschreibung der durch AGT-Reha zu erfüllenden Dienste

Aufbauend auf der Anwendungsebene ist im ersten Teil der Dienstebene genauer zu spezifizieren, welche grundlegenden Dienste das AGT-Reha-System bereits erfüllt und in Zukunft erfüllen soll. Entsprechend der Dokumentation zu AGT-Reha dient das System zur Unterstützung von Patienten mit Schulterläsionen bei ihrem häuslichen Training in Form von Eigenübungen. AGT-Reha leitet die Patienten gezielt durch ein Trainingsprogramm, bestehend aus zehn Eigenübungen à zehn Wiederholungen in zwei Trainingssets (Standardkonfiguration). Dabei ermöglicht AGT-Reha den Patienten ihre eigenen Fortschritte in Bezug auf einzelne Übungen sowie ein Training zu reflektieren. Weiterhin erfasst AGT-Reha die vom Patienten ausgeführten Bewegungen und gibt ihnen Feedback zur Übungsausführung. Insgesamt fördert das System somit die Selbstmanagementfähigkeiten der Patienten in der poststationären Rehabilitationsphase. Da bei Problemen und Fragen Kontakte zum behandelnden Physiotherapeuten bisher nur von dessen Seite aus möglich sind, soll AGT-Reha in Zukunft auch einen Dienst zur erleichterten Kontaktaufnahme bereitstellen. Entsprechend GISMOR sollte AGT-Reha zusätzlich Dienste zur Förderung der Gesundheitskompetenz sowie Motivations- und Adhärenzsteigerung bieten. Letzteres setzt AGT-Reha entsprechend der Analysen in der Interaktionsebene bereits teilweise unter Einsatz von einigen wenigen Spiele-Komponenten um. Zusammenfassend ergeben sich folgende Dienste, die mittels AGT-Reha umzusetzen sind.

Selbstmanagement: Unterstützung der Patienten bei einer möglichst optimalen Integration häuslicher Eigenübungen in den Alltag. Dies umfasst die Unterstützung u. a. bei der Einplanung von Trainingseinheiten, bei der Durchführung von Eigenübungen, bei der Reflektion von Fortschritten und bei der Kontaktaufnahme mit einem Arzt oder Therapeuten bei Fragen oder Problemen.

Gesundheitskompetenz: Vermittlung von Wissen zu folgenden Aspekten: Ziele der Therapie, Notwendigkeit zur (regelmäßigen) Durchführung von Eigenübungen, Folgen einer Nicht-Behandlung, Erklärungen zu einzelnen Übungen bzw. Übungsausführungen und Informationen zu weiteren ergänzenden/unterstützenden Maßnahmen.

Motivations- und Adhärenzsteigerung:	Motivation der Patienten zur kontinuierlichen Durchführung von Eigenübungen über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten. Vermeidung von frühzeitigen Therapieabbrüchen.
Kontrolle und Bewertung:	Erfassen und bewerten der von einem Patienten durchgeführten Eigenübungen sowie Angabe von Korrekturhinweisen.

6.2.3.2 Prüfung rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen

Die Entwicklung von AGT-Reha und auch Prüfung, ob es sich bei dem Medizinischen Assistenzsystem um ein Medizinprodukt handelt oder nicht, erfolgte unter Anwendung des MPG. Entsprechend der zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Analysen, handelt es sich bei AGT-Reha um kein Medizinprodukt. Ein wesentlicher Aspekt, der diese Aussage stützt, ist, dass AGT-Reha keinerlei eigenständige Therapieentscheidungen trifft. Jegliche Anpassungen der Übungen und des Trainingsprogramms erfolgen durch einen Physiotherapeuten auf Grundlage der Informationen zur Übungsqualität und -quantität im Webinterface sowie nach Absprache mit dem Patienten. Auch die Bewertung der Übungsqualität in AGT-Reha ist nicht als solche anzusehen. Vielmehr handelt es sich um eine Bepunktung, die den Patienten Hinweise zur korrekten Übungsausführung geben soll, diese aber nicht abschließend bewertet.

Die Prüfung rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen in GISMOR berücksichtigt die aktuellsten Gesetzgebungen und Vorgaben, wie das MDR und das DVG. Dementsprechend ist AGT-Reha erneut einer Prüfung zu unterziehen, um sowohl die Qualität als auch die Finanzierungsmöglichkeiten abzuschätzen.

1. Prüfung zur Klassifizierung als Medizinprodukt einer geringen Risikoklasse

Durch eine Prüfung der im Anwendungsleitfaden aufgeführten Kriterien ist zunächst festzustellen, ob es sich bei AGT-Reha um ein Medizinprodukt handelt. AGT-Reha liegt eindeutig eine eigenentwickelte Software zugrunde. Weiterhin ist das System den Entwicklern und dem Rehasentrum Bad Pyrmont zufolge für Menschen bestimmt. Mit dem Einsatz als Alternative oder Ergänzung zu bestehenden poststationären Behandlungsmethoden, verfolgt AGT-Reha eine gesundheitsbezogene Zweckbestimmung, nämlich der Linderung von chronischen Schulterbeschwerden aufgrund von Schulterläsionen. Damit handelt es sich bei AGT-Reha aller Wahrscheinlichkeit nach um ein Medizinprodukt. Somit sind nicht nur AGT-Reha selbst als Medizinprodukt zu zertifizieren, sondern auch alle verbundenen Produkte anderer Hersteller.

Entsprechend seiner Zweckbestimmung und der mit dem Einsatz verbundenen Risiken, ist AGT-Reha in eine von vier Risikoklassen einzuordnen. Hierzu findet die in Anhang VIII MDR aufgeführte Regel 11 unter Ergänzung der MDCG Anwendung. Mittels GISMOR kann geprüft werden, ob AGT-Reha in die Risikoklasse IIa einzuordnen ist. Der Großteil der abgefragten Kriterien lässt sich mit 'Ja' beantworten (vgl. Anhang 4, S. 226). Lediglich der Aspekt 'Der Einsatz der Software führt weder direkt noch indirekt zu schwerwiegenden Verschlechterungen des Gesundheitszustands einer Person' lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschließend bewerten. In Übereinstimmung mit den bisherigen Ergebnissen der Pilot- und Wirksamkeitsstudie sowie der durchgeführten Risikoanalyse ist zwar davon auszugehen, dass der Einsatz von AGT-Reha keinerlei schwerwiegende Verschlechterungen des Gesundheitszustands mit sich

bringen kann, jedoch lässt sich dies noch nicht abschließend feststellen. Unter der Annahme, dass die bisherigen Erkenntnisse zum Risiko von AGT-Reha stimmen, ist das System als Medizinprodukt der Risikoklasse IIa zu klassifizieren. Die Einstufung setzt eine klinische Prüfung nach Art. 61 MDR voraus. Während bereits eine klinische Wirksamkeitsprüfung unter Zustimmung der Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Hannover stattfindet, steht eine Genehmigung durch das BfArM noch aus [307]. Es stellt sich die Frage, ob diese nachträglich eingeholt werden kann oder eine erneute Wirksamkeitsprüfung erforderlich ist.

2. Prüfung der Rahmenbedingungen zur Einstufung als DiGA

Unter der Voraussetzung, dass AGT-Reha als Medizinprodukt der Risikoklasse IIa angesehen werden kann, gilt es nun zu prüfen, ob das System auch die Eigenschaften einer DiGA gemäß § 33a SGB V erfüllt. Die Hauptfunktion von AGT-Reha, d. h. die Unterstützung von Patienten mit chronischen Schulterbeschwerden bei ihrem häuslichen Training, basiert im Wesentlichen auf digitalen Technologien. In diesem Falle der Bewegungserkennung mittels Kinect™-Kamera, der Verarbeitung und Auswertung über die AGT-Reha-Software sowie der Anzeige des Spiegelbilds auf der Benutzeroberfläche. Wie bereits beschrieben, unterstützt AGT-Reha hiermit die Linderung von Schulterläsionen. AGT-Reha wird dabei weder für die Primärprävention eingesetzt, noch von Ärzten im Sinne der Praxisausstattung verwendet. Somit kann AGT-Reha grundsätzlich als DiGA angesehen werden.

3. Prüfung und Umsetzung der Anforderungen zum Fast-Track-Prüfungsverfahren

DiGA wie AGT-Reha sind nur dann erstattungsfähig, wenn sie im Fast-Track-Prüfungsverfahren vom BfArM ins DiGA-Verzeichnis aufgenommen wurden. Neben Anforderungen zum Datenschutz und zur Informationssicherheit muss eine DiGA eine Vielzahl weiterer Anforderungen erfüllen. Die Prüfung der Kriterien erfolgt über eine simple Ja-Nein-Checkliste des BfArM. Die Prüfung der Kriterien ist jedoch kein Bestandteil dieser Arbeit.

Weiterhin ist ein Nachweis über positive Versorgungseffekte im Hinblick auf den medizinischen Nutzen zu erbringen. Der patientenrelevante Endpunkt ‘Verbesserung des Gesundheitszustands’ wird aktuell anhand der Schulterfunktion in der AGT-Reha-WK Studie evaluiert.

Das Datenschutzkonzept zu AGT-Reha zeigt, dass die im Anwendungsleitfaden zu GISMOR aufgeführten wesentlichen Anforderungen an den Datenschutz und die Datensicherheit überwiegend erfüllt sind (vgl. Anhang 4, S. 228). Von jedem Patienten liegt eine freiwillige und informierte Einwilligung zur Verarbeitung der personenbezogenen Daten vor. Die Verarbeitung der Daten erfolgt ausschließlich zum bestimmungsgemäßen Gebrauch der DiGA. Für die Datenverarbeitung zur Verbesserung der Bewertung in AGT-Reha liegen separate Einverständniserklärungen vor. Auch die Vorgaben zur Datensparsamkeit und Angemessenheit sowie die gesetzlichen Lösch- und Sperrfristen hält AGT-Reha ein. Lediglich in Bezug auf das aktive Risikomanagement sind erweiterte Maßnahmen zur strukturierten Dokumentation erforderlich.

4. Feststellung der Abrechnungsfähigkeit

Sobald AGT-Reha als Medizinprodukt der Risikoklasse IIa zertifiziert ist und über das Fast-Track-Prüfungsverfahren ins DiGA-Verzeichnis aufgenommen wurde, ist das Training mit AGT-Reha über die gesetzlichen Krankenkassen abrechnungsfähig. Alternative Abrechnungsmöglichkeiten über die DRV als ‘Tele-Reha-Nachsorge’ sind ergänzend zu prüfen [308].

5. Prüfung qualitativer Rahmenbedingungen

Bei der Entwicklung von Gesundheitssoftware, wie AGT-Reha, kommen verschiedene Normen und Standards zum Tragen. Eine Bewertung von AGT-Reha anhand dieser umfangreichen Kriterienkataloge ist kein Bestandteil dieser Arbeit.

6.2.4 Beschreibung der Patientenebene

Die Patientenebene dient als Basis zur zielgerichteten Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen. Mittels der Domänenontologie OnTARi sollen für AGT-Reha besonders relevante Adhärenzfaktoren ermittelt werden, um diese später gezielt adressieren zu können.

1. Definition notwendiger Abfrageparameter

Als Telerehabilitationssystem zur Unterstützung von Patienten mit Schulterläsionen findet AGT-Reha in der orthopädischen Rehabilitation Anwendung. Neben den bereits über die Interaktionsebene identifizierten Schwachstellen sollen im ersten Schritt zunächst alle harten patientenbezogenen Adhärenzfaktoren mittels Gamification adressiert werden. Hiervon erhoffen sich die Mitarbeiter des AGT-Reha-Teams die größten Effekte auf die Motivation und Adhärenz der Patienten. Zusammenfassend ergeben sich folgende Abfrageparameter.

Adhärenzdimension: Patientenbezogene Adhärenzfaktoren

Adhärenzfaktorkategorie: Nur harte Faktoren

Rehabilitationstyp: Orthopädische Rehabilitation

2. Ausführen der entsprechenden DL Query in Protégé

Zur Ausgabe aller harten patientenbezogenen Adhärenzfaktoren in der orthopädischen Rehabilitation wird folgende Abfrage als DL Query an OnTARi gestellt.

```
PatientRelatedFactors and has_factor_category some HardFactor and  
is_particular_relevant_in some OrthopedicRehabilitation
```

3. Anzeige der Ergebnisse

Die Suche nach für AGT-Reha relevanten patientenbezogenen Adhärenzfaktoren resultiert in insgesamt zehn direkten Subklassen:

- Alter
- Handlungsergebniserwartung
- Kontrollüberzeugungen
- Erfahrungen mit dem Gesundheitssystem
- Wahrgenommene Beeinträchtigung
- Intention
- Motivation
- Bisheriges Adhärenzverhalten
- Selbstwirksamkeit
- Stress

6.2.5 Analyse der Gamificationebene

Zur gezielten Adressierung der zuvor für AGT-Reha als relevant eingestuften Adhärenzfaktoren sowie der in der Interaktionsebene ermittelten Schwachstellen, dient die Gamificationebene. Hierüber können Spiele-Komponenten möglichst nutzenbringend mit Blick auf die zugrundeliegende Zielgruppe ausgewählt und miteinander kombiniert werden. Hinzukommend gibt die Gamificationebene Hinweise zum Design einzelner Spiele-Komponenten unter Berücksichtigung der zu adressierenden psychologischen Bedürfnisse.

1. Spezifikation der Zielgruppe aus medizinisch-therapeutischer Sicht

Im Sinne eines therapiebegleiteten Design-Prozesses ist zunächst die Zielgruppe von AGT-Reha aus medizinisch-therapeutischer Sicht zu spezifizieren. Ziel ist es, individuelle Anforderungen zu identifizieren, die sich aus dem Gesundheitszustand und den Fähigkeiten der Patienten ergeben. Die Anwendungsebene beschreibt Schulterläsionen als Hauptindikation zur Anwendung von AGT-Reha. Entsprechend des Studienplans zu AGT-Reha-WK lässt sich die Zielgruppe weiter konkretisieren als Patienten mit den ICD-10 Diagnosen M75.0-M75.9 exkl. M75.2, M75.6 und M75.7 [307]. Die Eingangsuntersuchung im Rehaszentrum Bad Pyrmont zeigt, dass bei den betroffenen Patienten neben Schmerzen in der Schulter und Einschränkungen der Beweglichkeit nicht selten Nackenbeschwerden auftreten. Das Therapieziel besteht darin, sowohl die Schmerzen zu verringern, als auch die aktive Beweglichkeit im Schultergelenk zu erhöhen. Hierzu unterstützt das AGT-Reha-System aktive Schulterübungen mit Rotations-, Flexions-, Adduktions- und Abduktionsbewegungen. Eine Bewertung darüber, welche Übungen geeignet und welche zunächst zu vermeiden sind, trifft der behandelnde Physiotherapeut in abhängig des Gesundheitszustands und der Fähigkeiten eines Patienten.

Die Analyse der Zielgruppe zeigt, dass eine individuelle Auswahl und Schwierigkeitsanpassung bei jeglichen Aufgaben und Quests erforderlich ist, die mit Bewegungen der Schulter einhergehen. Aufgrund der Individualität der Patienten sollte die letztendliche Entscheidung zur Änderung des Trainingsplans und einzelner Übungen auch weiterhin beim Physiotherapeuten liegen. Bei der Auswahl der Übungen ist darauf zu achten, dass diese auch für den Nackenbereich förderlich sind oder diesen zumindest nicht überbeanspruchen. Mögliche kognitive Einschränkungen der Patienten sind beim Design von AGT-Reha nicht zu berücksichtigen.

2. Spezifikation der Zielgruppe als Spielende

Sowohl Männer als auch Frauen leiden unter (chronischen) Schulterschmerzen aufgrund von Schulterläsionen [309]. Die Altersgruppe der 45-64-Jährigen ist am häufigsten betroffen [25]. Befragungen zum Spielertyp haben nicht stattgefunden.

Für die Weiterentwicklung von AGT-Reha sollte ein Genre gewählt werden, dass sowohl Männer als auch Frauen anspricht. Aktuelle Statistiken zeigen jedoch, dass sich die Präferenzen der Geschlechter im Hinblick auf die gespielten Genres stark unterscheiden [310]. Lediglich im Bereich Geschicklichkeitsspiele lassen sich Überschneidungen finden. Minispiele zur Durchführung von Eigenübungen aus denen die Patienten frei wählen können, wären eine Lösung, um nicht nur unterschiedliche Genres sondern auch Spielertypen anzusprechen. Allerdings sind die Konzeptualisierung und Implementierung von Minispielen mit erheblichen Mehraufwänden verbunden. Im Sinne des Gamification-Ansatzes, bei dem AGT-Reha nicht als vollständiges Spiel anzusehen ist, bietet es sich weiterhin an Spiel-Design-Elemente zu verwenden, die aus unterschiedlichen Genres stammen bzw. diesem Design entsprechen. Um dabei auf die Altersgruppe einzugehen, sollten bevorzugt Spiel-Design-Elemente wie *Wettbewerbe um einen High-Score*, *Herausforderungen*, *Entdecken und Suchen*, *intellektuell anregende Inhalte*, *realistische Graphiken* und *Teams mit Freunden und Familie* eingesetzt werden [286]. Sollte sich AGT-Reha zukünftig hingegen in Richtung eines vollständigen Rehabilitationsspiels entwickeln, so ist zu überlegen, ob AGT-Reha als Geschicklichkeitsspiel umgesetzt werden kann.

3. Problemidentifikation

Mittels OnTARi konnten bereits zehn für AGT-Reha relevante Adhärenzfaktoren ermittelt werden. Ziel ist es, mit Hilfe des Gamifikationkonzepts zunächst die Adhärenzfaktoren *Handlungsergebniserwartung*, *Kontrollüberzeugungen* und *bisheriges Adhärenzverhalten* zu adressieren. Die ergänzende Schwachstellenanalyse in der Interaktionsebene hat darüber hinaus eine Reihe von sozialen Faktoren identifiziert, die mit Hilfe von Spiel-Design-Elementen adressiert werden sollen. Hierzu zählen u. a. soziales Lernen, soziale Vergleiche und Kooperation. Weitere Verbesserungspotentiale ließen sich in Bezug auf das bereitgestellte Fachwissen und das Belohnungskonzept von AGT-Reha feststellen. AGT-Reha-WK zeigt weiterhin einen Bedarf zur einfacheren Kommunikation der Patienten mit ihrem behandelnden Physiotherapeuten.

4. Identifikation zu adressierender Bedürfnisse und Spiele-Mechaniken

Über die unter GitHub abrufbaren Zielbäume sowie PsychoGame konnten für alle zuvor ermittelten Schwachstellen förderliche Spiele-Mechaniken, Gamification-Rahmenbedingungen oder zu adressierende psychologische Bedürfnisse herausgearbeitet werden (Tabelle 6-11).

Tabelle 6-11: In AGT-Reha zu adressierende Bedürfnisse und Spiele-Mechaniken

Probleme/Schwachstellen	Bedürfnisse/Assoziierte Adhärenzfaktoren	Spiele-Mechaniken/Rahmenbedingungen
Handlungsergebniserwartung	- Bedeutung und Teilhabe - Optimismus - Positive therapeutische Beziehung	- Individuelles Lernen
Kontrollüberzeugungen	- Wertschätzung und Anerkennung - Teilhabe - Selbstbestimmung	- Individuelles Lernen - Feedback
Bisheriges Adhärenzverhalten	- Reflektion der eigenen Leistungen - Steigern der Zufriedenheit	
Soziales Lernen	- Soziale Interaktion und Austausch - Zugehörigkeit	
Sozialer Vergleich	- Sozialer Wettbewerb - Zugehörigkeit	
Kooperation	- Soziale Interaktion und Austausch - Zugehörigkeit - Soziale Anerkennung	- Belohnungen von Familie, Freunden und Kollegen
Lob und Belohnungen	- Wertschätzung und Anerkennung - Soziale Anerkennung	
Fachwissen	- Individualisierung - Bedeutung - Wissbegierde - Soziale Unterstützung	
Kommunikation bzw. positive therapeutische Beziehung	- Soziale Interaktion und Austausch - Feedback von Fachkräften	
Feedback von Fachkräften	- Soziale Interaktion und Austausch	- Behandlerbelohnungen - Feedback
Soziale Unterstützung	- Zugehörigkeit - Soziale Interaktion und Austausch - Soziale Anerkennung - Wertschätzung und Anerkennung	- Belohnungen von Familie, Freunden und Kollegen

Auffallend ist, dass Bedürfnisse nach sozialer Eingebundenheit, wie *soziale Interaktion und Austausch*, *soziale Anerkennung* und *Zugehörigkeit*, besonders gefragt sind. Gleichmaßen

verhält es sich mit den Kompetenzbedürfnissen *Wertschätzung und Anerkennung* sowie *Wissbegierde* und der assoziierten Spiele-Mechanik *individuelles Lernen*. Um möglichst viele der genannten Probleme/Schwachstellen zu adressieren, erscheint es daher zweckmäßig unter Verwendung von Spiele-Komponenten zunächst näher auf diese Bedürfnisse einzugehen.

5. Auswahl und Kombination potentiell geeigneter Spiele-Komponenten

Für den Großteil der zuvor für AGT-Reha als relevant eingestuften Adhärenzfaktoren sowie identifizierten Schwachstellen liegen bereits Zielbäume vor. Dementsprechend ist es zur Adressierung der Handlungsergebniserwartung, der Kontrollüberzeugungen, des bisherigen Adhärenzverhaltens, der therapeutischen Beziehung, des Feedbacks von Fachkräften, des Fachwissens und der sozialen Unterstützung nicht notwendig, erneut Abfragen an PsychoGame zu stellen. Hier findet lediglich eine Auszählung der potentiell geeigneten Spiele-Komponenten statt, um festzustellen, welche Überschneidungen es zwischen den zu adressierenden Adhärenzfaktoren gibt. Demnach erscheint eine Kombination der Spiele-Komponenten *Abzeichen* (n=8²⁷), *Freischalten von Inhalten* (n=7), *kaskadierende Informationen* (n=7), *motivierende Nachrichten* (n=8), *Punkte* (n=7), *Rang- und Bestenlisten inkl. sozialen Graphen* (n=7), *soziale Medien* (n=8), *Teams mit und ohne NSCs* (n=9) sowie *virtuelle Güter* (n=8) am vielversprechendsten. Zur Ermittlung potentiell geeigneter Spiele-Komponenten zur Adressierung der in der Interaktionsebene identifizierten Schwachstellen soziales Lernen, sozialer Vergleich, Kooperation sowie Lob und Belohnungen werden ergänzend folgende Abfragen an PsychoGame gestellt:

```
Components and may_address some SocialInteraction
Components and may_address some Membership
Components and may_address some SocialCompetition
Components and may_address some SocialAcceptance
Components and may_address some Appreciation
```

Die Resultate zeigen, dass soziales Lernen sowohl durch *Avatare (Partner)* und *soziale Medien* als auch durch *Teams* mit anderen Nutzern gefördert werden kann. Auch die Kooperation kann durch diese Spiele-Komponenten adressiert werden. Weitere geeignete Spiele-Komponenten sind *Auktionshäuser*, *Bosse*, *Sammlungen*, *Schenken und Tauschen*, *virtuelle Güter* und *Wirtschaftssysteme*. *Level*, *Sammlungen*, *soziale Medien*, *Teams* und *virtuelle Güter* fördern außerdem soziale Vergleiche. Lob und Belohnungen erhalten Patienten über *Abzeichen*, *Freischalten von Inhalten*, *motivierende Nachrichten*, *Punkte*, *Rang- und Bestenlisten*, *soziale Medien*, *Teams* und *virtuelle Güter*. Nach erneuter Auszählung aller potentiell geeigneten Spiele-Komponenten fügen sich zur Liste der vielversprechendsten in AGT-Reha *Sammlungen* sowie *Schenken und Tauschen* hinzu.

6. Design der Spiele-Komponenten

Mit einer Gesamtsumme von mehr als 10 Punkten sind die Spiele-Komponenten *Abzeichen und Erfolge*, *soziale Medien*, *Teams* und *virtuelle Güter* in vielerlei Hinsicht zur Überwindung von Adhärenzprädiktoren in der Telerehabilitation von Patienten mit Schulterläsionen geeignet. Im Folgenden wird beispielhaft auf das Design der Spiele-Komponenten *Abzeichen und Erfolge*

²⁷ Anzahl der Nennungen in den betrachteten Zielbäumen

sowie *soziale Medien* eingegangen. Weitere Optimierungsmöglichkeiten von AGT-Reha durch Gamification finden sich im Grobkonzept von AGT-Reha⁺ (Abschnitt 6.3).

Abzeichen und Erfolge eignen sich u. a. zur Erhöhung der internalen Kontrollüberzeugungen, Reflektion des vorangehenden Adhärenzverhaltens, Förderung der sozialen Unterstützung und Verbesserung der therapeutischen Beziehung durch Feedback. Hierzu sind den Patienten leistungsabhängige Abzeichen als Feedback zu verleihen, um aufzuzeigen, welchen Einfluss eine Handlung auf ein Ereignis hat. Dabei können nicht nur spielerische Handlungen bewertet werden, sondern auch therapeutische. So ist es möglich Abzeichen für eine bestimmte Anzahl durchgeführter Trainings oder besonders gut ausgeführte Übungen zu erhalten. Diese Art der Belohnung verdeutlicht den Patienten außerdem, dass sich ein adhärentes Verhalten lohnt. Dabei ist es essentiell, dass an den Abzeichen bzw. Erfolgen erkennbar ist, dass sich diese auf ein positives Verhalten in der Vergangenheit beziehen. Dies kann durch eine eindeutige Benennung oder auch entsprechende Symbole erreicht werden. Gleichzeitig fördern Abzeichen die Bewertungsunterstützung, d. h. die wahrgenommene soziale Unterstützung. Abzeichen können aber nicht nur leistungsbezogen gesammelt werden, sondern zusätzlich auch direkt durch Familienmitglieder, Freunde oder Kollegen vergeben werden. Ist es darüber hinaus Behandlern möglich, Patienten eine virtuelle Belohnung, d. h. ein Abzeichen, zukommen zu lassen, stärkt dies außerdem die Beziehung zwischen Patient und Physiotherapeut. Durch Einbindung einer einfachen Bestenliste, die einen numerischen Überblick darüber gibt, welche Abzeichen andere Nutzer bereits gesammelt haben, sind weiterhin soziale Vergleiche möglich.

Soziale Medien lassen sich für fast alle der identifizierten Adhärenzfaktoren und Schwachstellen in AGT-Reha einsetzen. So können soziale Medien und einfache Chats dabei unterstützen einen Patienten davon zu überzeugen, dass eine Therapie wirkt, bspw. durch den Austausch von Erfahrungen mit anderen Betroffenen, Freunden, Familie und Kollegen. Dieser Austausch von Informationen und Erfahrungen trägt weiterhin zur informationellen Unterstützung und somit auch zur Erhöhung der Gesundheitskompetenz bei. Gleichzeitig wird hiermit die Kooperation zwischen betroffenen Patienten gestärkt, indem sich diese gegenseitig ermutigen, motivieren und voneinander lernen können. Eine zentrale Rolle spielt dabei u. a. die Bestätigung anderer für ein positives Verhalten, bspw. durch integrierte Belohnungssysteme, wie Abzeichen, Punkte, Icons oder Emojis. Durch soziale Medien, Chats oder Rang- und Bestenlisten mit integrierten Chatfunktionen, kann auch die Kommunikation zwischen einem Patienten und seinem Physiotherapeuten vereinfacht werden. Dies trägt ebenfalls dazu bei die Quantität des Feedbacks durch die behandelnden Physiotherapeuten zu verbessern.

7. Prüfen der Rahmenbedingungen für den erfolgreichen Einsatz von Gamification

Da bisher kein Konzept zur Einbindung der in den vorherigen Schritten ermittelten Spiele-Komponenten in AGT-Reha vorliegt, wird ausschließlich das bereits implementierte Gamificationkonzept anhand zentraler Gamification-Heuristiken evaluiert. Bisher nutzt AGT-Reha *Avatare*, *Fortschrittsanzeigen*, *Nachrichten*, *Punkte* und *Sammlungen*. Hierdurch stellt das System den Patienten zwar ein unmittelbares Feedback zur Verfügung, jedoch haben die sammelbaren Belohnungen keinerlei Bedeutung für das Spielgeschehen. Alle in AGT-Reha implementierten Aufgaben, d. h. Übungen, sind vom Patienten realisierbar und können von den

behandelnden Physiotherapeuten ‘grob’ an die Fähigkeiten der individuellen Patienten angepasst werden. Jedoch erhalten die Patienten kaum Möglichkeiten zur eigenen Entfaltung. Die Übungen wiederholen sich bei jedem Training und werden im Laufe der Zeit langweilig. Weiterhin stagnieren die Patienten hierdurch stets auf demselben Level. Während AGT-Reha durch seinen linearen Aufbau (orthogonale Abschnitte) den Patienten klare Ziele und Teilziele vorgibt, existieren keine Funktionen zur Umsetzung nutzergenerierter Ziele. Alle übrigen Gamification-Heuristiken erfüllt AGT-Reha vollständig (vgl. Anhang 4, S. 239).

6.3 Optimierungsmöglichkeiten von AGT-Reha: AGT-Reha⁺

Die im vorangehenden Abschnitt durchgeführten Analysen von AGT-Reha zeigen sowohl in Bezug auf die Interaktions- als auch die Gamificationsebene Verbesserungspotentiale auf. Mit Hilfe von GISMOR sind diese nun zu adressieren, indem konkrete Optimierungsvorschläge in einem Grobkonzept für die Entwicklung von AGT-Reha⁺ aufgezeigt werden.

6.3.1 Überblick über AGT-Reha⁺

Das Training mit AGT-Reha ist so einfach wie möglich zu halten. Um Überforderungen der Patienten im Umgang mit AGT-Reha zu vermeiden, enthält das Medizinische Assistenzsystem bewusst keine aktiven Interaktionsmöglichkeiten. Die Ergebnisse der vorangehenden Analysen zeigen jedoch, dass eine Erweiterung von AGT-Reha um aktive Interaktion zweckmäßig ist, um sowohl die kurzfristige als auch langfristige Motivation und Therapieadhärenz der Patienten zu steigern. Wie die Interaktionsebene zeigt, könnte hierdurch auch die Qualität von AGT-Reha verbessert werden, indem weiterführende Informationen, Verweise auf Autoritäten und externe Verlinkungen abrufbar sind. Durch die Vielzahl mit der aktiven Interaktion einhergehenden Möglichkeiten zum Einsatz und Design von Spiel-Design-Elementen könnte nicht nur die Spannung erhöht sondern auch mehr Spaß und Freude an der Nutzung erzeugt werden. Im Sinne der ‘Kontrolle für fortgeschrittene Nutzer’ sollten die Patienten dennoch stetig selbst die Wahl haben, ob sie das AGT-Reha-System in der *Standardversion* ohne Interaktionsmöglichkeiten oder aber in einem *Advanced Modus* mit Interaktionsmöglichkeiten nutzen wollen. Durch die Einordnung der Patienten in ‘Anfänger’ und ‘Fortgeschrittene’, kann optimal auf die individuellen Bedarfe der Patienten im Hinblick auf die Technikkompetenz eingegangen werden. Weiterhin fördert dies die Autonomie und Flexibilität.

Doch auch mit einer aktiven Interaktion zwischen AGT-Reha und den Patienten ist es nicht möglich, alle zuvor ermittelten Adhärenzfaktoren und Schwachstellen adäquat zu adressieren. Dies betrifft insbesondere die Erinnerung ans Training und die Flexibilität. So handelt es sich bei AGT-Reha um ein stationäres Medizinisches Assistenzsystem, das nicht ohne weiteres flexibel überall mit hingenommen werden kann. Die Ergänzung von AGT-Reha um eine mHealth-App könnte Trainingseinheiten auch ohne AGT-Reha-System ermöglichen, wenn auch nicht mit den gleichen Möglichkeiten zur Kontrolle und zum Feedback. Weiterhin könnte eine App eine besser nutzbare Erinnerungsfunktion zur Verfügung stellen, die jeder Zeit angepasst werden kann. Bspw. wenn ein Patient nicht zu Hause ist und sein Training verschieben möchte.

6.3.2 Funktionen von AGT-Reha⁺

Im Folgenden findet sich eine Reihe von Funktionalitäten zur Optimierung von AGT-Reha. Jede Funktionalität beinhaltet eine eindeutige Benennung, Angaben zu den Schwachstellen auf die sie sich beziehen sowie eine Kurzbeschreibung. Eine Unterscheidung zwischen Muss-, Soll- und Kann-Funktionen erfolgt nicht. Eine Entscheidung diesbezüglich ist erst in der Konzepterstellung von AGT-Reha⁺ möglich. Je nach Aufbau von AGT-Reha⁺, sind einige der aufgeführten Funktionalitäten nicht oder nicht im angegebenen Umfang einsetzbar.

Grundfunktionen

- | | | |
|-------|-------------------|---|
| FG1/ | Geschäftsprozess: | Anzeige eines Impressums |
| | Schwachstelle: | Interaktionsebene – Realitätsnähe |
| | Beschreibung: | Es soll ein Impressum integriert werden, dass alle wichtigen Informationen zu den beteiligten Organisationen sowie die Kontaktdaten des Verantwortlichen zur Verfügung stellt. |
| /FG2/ | Geschäftsprozess: | Aktivieren/Deaktivieren eines Advanced Modus |
| | Akteur: | Systemadministrator, Patient |
| | Schwachstelle: | Interaktionsebene – Fortgeschrittene Nutzer |
| | Beschreibung: | Vor der Erstbenutzung des Systems in der Häuslichkeit hat ein Patient die Möglichkeit zwischen zwei Nutzungsalternativen zu wählen – der Standardversion oder dem Advanced Modus mit Interaktionsmöglichkeiten. Auch spätere Wechsel der Modi durch den Patienten selbst sollen möglich sein. |
| /FG3/ | Geschäftsprozess: | Menü für Grundeinstellungen |
| | Schwachstelle: | Interaktionsebene – Erkennbarkeit |
| | Beschreibung: | Über ein Menü sind die Farben, Schriftgröße, Kontraste, Sprache und Lautstärke durch den Patienten anpassbar. Auch die Stimme der Anleitungsvideos kann hier verändert werden. |

Übungen und Übungsbewertung

- | | | |
|-------|-------------------|--|
| /FU1/ | Geschäftsprozess: | Erklärung zur Übungsbewertung |
| | Schwachstelle: | Interaktionsebene – Vertrauenswürdigkeit |
| | Beschreibung: | Nutzer sollen die Möglichkeit haben eine Erklärung zur Übungsbewertung abzurufen, bspw. durch einen Info-Button. |
| /FU2/ | Geschäftsprozess: | Bereitstellung ergänzender Übungsvideos |
| | Schwachstelle: | Interaktionsebene – Fachwissen |
| | Beschreibung: | Ergänzende Videos sollen von Patienten bei Bedarf abrufbar sein, um umfangreichere Informationen zu einzelnen Übungen und dem Trainingsprogramm zu erhalten. |
| /FU3/ | Geschäftsprozess: | Bereitstellung eines Übungspools |
| | Schwachstelle: | Interaktionsebene – Vorschläge, Kontrolle/Freiheit |

	Beschreibung:	Es sind weitere Übungen zu ergänzen, die konkrete Angaben dazu enthalten, für welche Patienten sie geeignet sind bzw. welche Muskelgruppen sie ansprechen.
/FU4/	Geschäftsprozess:	Auswahl von Übungen durch den Patienten
	Schwachstelle:	Interaktionsebene – Vorschläge, Kontrolle/Freiheit
	Beschreibung:	Aus einem Übungspool sind dem Patienten unterschiedliche für ihn geeignete Übungen vorzuschlagen aus denen dieser frei wählen kann, welche Übungen er gerne in einer Trainingseinheit ausführen möchte.
/FU5/	Geschäftsprozess:	Freischalten von Übungen
	Schwachstelle:	Patientenebene; Gamificationsebene
	Beschreibung:	Durch den Abschluss von Trainingseinheiten und das Erreichen von im System festgesetzten Zielen, kann der Patient nach und nach neue Übungen oder Übungsvariationen freischalten.
/FU6/	Geschäftsprozess:	Einstellung und automatische Anpassung der Trainingszeit
	Schwachstelle:	Interaktionsebene – Kontrolle/Freiheit
	Beschreibung:	Vor dem Start des Trainings kann ein Patient angeben, wie viel Zeit ihm für das Training maximal zur Verfügung steht. Das Training wird dann automatisch sinnvoll zusammengestellt.
/FU7/	Geschäftsprozess:	Anbieten von Minispielen
	Schwachstelle:	Interaktionsebene – Flexibilität; Gamificationsebene
	Beschreibung:	Zur Übungsausführung soll der Patient die Wahl zwischen verschiedenen Minispielen mit unterschiedlichen Genres haben.
/FU8/	Geschäftsprozess:	Erweitertes unmittelbares Feedback
	Schwachstelle:	Interaktionsebene – Hilfsmittel
	Beschreibung:	Haptisches und/oder akustisches Feedback sollen die Korrektur für Übungen erleichtern.

Bereitstellung von ergänzenden Informationen und Fachwissen

/FF1/	Geschäftsprozess:	Verweise auf Autoritäten
	Schwachstelle:	Interaktionsebene – Autoritäten, Überprüfbarkeit
	Beschreibung:	Jegliches in AGT-Reha bereitgestelltes Fachwissen ist mit entsprechenden Verweisen auf wissenschaftliche oder andere vertrauenswürdige Quellen zu versehen. Sofern möglich sind entsprechende Verlinkungen zu integrieren.
/FF2/	Geschäftsprozess:	Einbindung der Ergebnisse von AGT-Reha-WK
	Schwachstelle:	Interaktionsebene – Autoritäten
	Beschreibung:	Sobald ein Wirksamkeitsnachweis zu AGT-Reha vorliegt, ist diese Information im System oder Anwenderhandbuch zu hinterlegen. Ein Patient soll optional die Möglichkeit haben, detaillierte Informationen zu den Ergebnissen der Studie abzurufen.

- /FF3/ Geschäftsprozess: Angabe der Zertifizierung des Reha zentrums Bad Pyrmont
Schwachstelle: Interaktionsebene – Hinweise auf Drittanbieter
Beschreibung: In AGT-Reha oder im Anwenderhandbuch ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei dem Reha zentrum Bad Pyrmont, um eine durch die DRV zertifizierte Einrichtung handelt.
- /FF4/ Geschäftsprozess: Vorschläge zu Behandlungsalternativen
Schwachstelle: Interaktionsebene – Vorschläge
Beschreibung: Nachrichten sollen den Patienten darüber informieren, welche alternativen oder ergänzenden Behandlungsmethoden zur Sicherung des Rehabilitationserfolgs geeignet sind.
- /FF5/ Geschäftsprozess: Vermittlung von Wissen zu weiteren rehabilitativen Maßnahmen
Schwachstelle: Interaktionsebene – Reduktion; Prozessebene
Beschreibung: Über kaskadierende Informationen soll der Patient schrittweise Informationen zum Rehabilitationsprozess von Schulterläsionen und den hier enthaltenen Maßnahmen erhalten.
- /FF6/ Geschäftsprozess: Vermittlung von Fachwissen zum Training
Schwachstelle: Interaktionsebene – Fachwissen
Beschreibung: Kaskadierende Informationen sollen dem Patienten schrittweise die Relevanz des Trainings, die Folgen einer Nicht-Behandlung sowie Details zu einzelnen Übungen näher bringen.

Trainingsfortschritt und Status

- /FT1/ Geschäftsprozess: Anzeige von Leistungsgraphen
Schwachstelle: Interaktionsebene – Self-Monitoring; Gamificationsebene
Beschreibung: Leistungsgraphen sollen den Trainingsverlauf des Patienten über die letzten Wochen und Monate anzeigen.
- /FT2.1/Geschäftsprozess: Einbindung einer Rangliste zum Trainingsfortschritt inkl. Ligen
Schwachstelle: Interaktionsebene – Self-Monitoring; Gamificationsebene
Beschreibung: Eine Rangliste zum Trainingsfortschritt soll dem Patienten die Möglichkeit geben die eigenen Leistungen mit anderen Betroffenen zu vergleichen. Die Rangliste wird in verschiedene Ligen unterteilt, um Demotivation zu vermeiden.
- /FT2.2/Geschäftsprozess: Einbindung einer Bestenliste für Abzeichen
Schwachstelle: Interaktionsebene – soziale Vergleiche; Gamificationsebene
Beschreibung: Eine Bestenliste soll dem Patienten einen Überblick darüber geben, welche Abzeichen andere Nutzer bereits gesammelt haben.
- /FT3/ Geschäftsprozess: Einbindung Medizinischer Assessments
Schwachstelle: Interaktionsebene – Self-Monitoring, Anpassung
Beschreibung: Medizinische Assessments zur Messung der Schulterfunktion und des Schmerzes sind regelmäßig vom Patienten vor Beginn eines Trainings durchzuführen, um eine automatische Anpassung

der Übungen vorzunehmen. Die Ergebnisse der Assessments sind als Wochen- und Monatsvergleiche anzuzeigen, um den Gesamterfolg der Rehabilitation hervorzuheben.

- /FT4/ Geschäftsprozess: Sammeln von leistungsabhängigen Abzeichen (Bibliothek)
 Schwachstelle: Patientenebene – Kontrollüberzeugungen; Gamificationebene
 Beschreibung: Ein Patient erhält kontinuierlich Abzeichen als Feedback für seine Trainingseinheiten und durchgeführten Übungen. Die Abzeichen sind in einer zentralen Bibliothek abgelegt und enthalten Informationen darüber wofür ein Patient sie erhalten hat.
- /FT5/ Geschäftsprozess: Nutzergenerierte Ziele
 Schwachstelle: Gamificationebene - Heuristiken
 Beschreibung: Patienten haben die Möglichkeit individuelle Tages-, Wochen- und Monatsziele einzustellen. Diese können die Anzahl an Trainings, die Trainingsqualität oder auch den Gesundheitszustand betreffen.

Interaktions- und Kommunikationsmöglichkeiten

- /FK1/ Geschäftsprozess: Gemeinsames Training in Teams
 Schwachstelle: Interaktionsebene – Kooperation; Gamificationebene
 Beschreibung: In einer virtuellen Trainingsszene ist es den Patienten möglich gemeinsam mit einem oder mehreren anderen Patienten zu trainieren. Optional kann hierbei auch der Ton übertragen werden.
- /FK2/ Geschäftsprozess: Sammeln von Abzeichen durch andere
 Akteure: Patient, andere Patienten, Familie, Freunde, Kollegen, Therapeut
 Schwachstelle: Patientenebene – soziale Unterstützung, Beziehung zum Physiotherapeuten; Gamificationebene
 Beschreibung: Andere Personen haben die Möglichkeit einem Patienten Abzeichen als virtuelle Belohnungen zukommen zu lassen.
- /FK3/ Geschäftsprozess: Einbindung sozialer Medien (offen)
 Akteure: Patient, andere Patienten, Familie, Freunde, Kollegen
 Schwachstelle: Patientenebene; Gamificationebene
 Beschreibung: Einbindung von sozialen Medien oder eines Chats zum Austausch von Erfahrungen mit anderen Betroffenen. Einbindung von Emojis zur Ermutigung und Motivation anderer.
- /FK4/ Geschäftsprozess: Einbindung sozialer Medien (geschlossen)
 Akteure: Patient, Physiotherapeut
 Schwachstelle: Patientenebene; Interaktionsebene; Gamificationebene
 Beschreibung: Einbindung von sozialen Medien oder eines Chats zur einfachen Kommunikation mit dem behandelnden Physiotherapeuten.
- /FK5/ Geschäftsprozess: Einstellung einer Erinnerungsnachricht
 Schwachstelle: Interaktionsebene – Erinnerung

Beschreibung: Dem Patienten soll die Möglichkeit gegeben werden, sich an sein tägliches Training erinnern zu lassen. Die Zeit und die Wochentage für die Erinnerung sollen vom Patienten frei wählbar sein. Die Erinnerung kann entweder als SMS oder E-Mail automatisch von AGT-Reha versendet werden.

Individualisierung des Designs und Motivation

- /FI1/ Geschäftsprozess: Personalisierung des Traineravatars
Schwachstelle: Interaktionsebene – Personalisierung
Beschreibung: Der Patient kann zwischen unterschiedlichen Skins (Geschlecht, Frisur, Haar- und Hautfarbe, Kleidung) zur Anpassung des Traineravatars wählen.
- /FI2/ Geschäftsprozess: Anpassung der Trainingshintergründe
Schwachstelle: Interaktionsebene – Personalisierung
Beschreibung: Der Patient kann zwischen unterschiedlichen Trainingshintergründen wählen.
- /FI3/ Geschäftsprozess: Einbindung eines virtuellen Shops
Schwachstelle: Gamificationsebene
Beschreibung: Über einen virtuellen Shop kann ein Patient gesammelte Diamanten gegen virtuelle Güter eintauschen.
- /FI4/ Geschäftsprozess: Sammeln von Diamanten
Schwachstelle: Gamificationsebene
Beschreibung: Durch den erfolgreichen Abschluss von Aufgaben, Übungen, Trainingseinheiten und das Erreichen von Zielen kann der Patient Diamanten sammeln. 'Bonuspunkte' gibt es für besonders gute Übungsbewertungen.
- /FI5/ Geschäftsprozess: Erspielbare virtuelle Güter
Schwachstelle: Gamificationsebene
Beschreibung: Diamanten können in einem virtuellen Shop gegen Skins für den Traineravatar oder Hintergründe für die Trainingsszene eingetauscht werden. Diese Güter kann der Patient nicht wieder verlieren, sie bleiben in seiner virtuellen Bibliothek erhalten.
- /FI6/ Geschäftsprozess: Anzeige/Abspielen motivierender Nachrichten
Schwachstelle: Gamificationsebene
Beschreibung: Motivierende Text- und Audionachrichten vor, während und nach einer Trainingseinheit ermutigen den Patienten zum kontinuierlichen Training.

7 Diskussion

Im nachfolgenden werden die Methoden und Ergebnisse der vorliegenden Arbeit anhand der in Abschnitt 1.3 gesetzten Ziele analysiert. Dabei ist zu beachten, dass dieses Kapitel lediglich eine zusammenfassende Reflektion der angewendeten Methodik und damit einhergehenden Limitationen beinhaltet, um hierauf aufbauend den zukünftigen Forschungsbedarf aufzuzeigen. Vertiefende Diskussionen sind in den entsprechenden Abschnitten im Hauptteil dieser Arbeit aufgeführt.

7.1 Diskussion der Methoden und Ergebnisse

Ziel 1: Erhebung des Stands der Forschung zum Einsatz von Gamification in der Rehabilitation

Die Erhebung des Stands der Forschung hinsichtlich bisher verwendeter Spiel-Design-Elemente, deren konkreten Umsetzung sowie der erzielten Adhärenz- und Motivationssteigerung in verschiedenen Phasen des Rehabilitationsprozesses erfolgte mittels eines Scoping Reviews und einer sich anschließenden App-Recherche (*Marktübersicht*). Über die Literaturdatenbanken IEEE Xplore, Scopus und PubMed sowie den Google Play Store wurden bereits existierende Medizinische Assistenzsysteme aus der Forschung und Praxis ermittelt, die den Rehabilitationsprozess von Patienten mit MSKE der Schulter unter Verwendung von Spiel-Design-Elementen unterstützen. Das Scoping Review identifizierte 27 relevante Anwendungssysteme. Die Google Play Store Analyse ergänzte 64 mHealth-Apps.

Die Kombination aus einem Scoping Review ohne Einschränkung der zugrundeliegenden Technologie und einer Google Play Store Suche, die nur Apps identifiziert, ist zwar unüblich, im gegebenen Anwendungskontext aber durchaus zielführend. So war es nicht nur möglich den aktuellen Forschungsstand zu erheben, sondern auch Rückschlüsse auf den Einsatz von Medizinischen Assistenzsystemen in der Praxis zu treffen. Eine offene Internetrecherche hätte darüber hinaus weitere bereits in der Anwendung befindliche Medizinische Assistenzsysteme identifizieren können. Da das Ziel dieser Erhebung jedoch in keiner vollständigen Marktanalyse lag, scheint die getroffene Einschränkung auf den deutschen App-Markt die Qualität der Ergebnisse nicht zu beeinflussen.

Die durchgeführten Reviews fokussieren ausschließlich Patienten mit MSKE der Schulter, insbesondere Schulterläsionen. Andere Indikationen mit Rehabilitationsbedarf wurden bewusst ausgeschlossen. Dies schränkt die Ergebnismenge erheblich ein. So kann nicht eindeutig festgestellt werden, ob die getroffenen Aussagen zur Auswahl, Kombination und dem Design von Spiel-Design-Elementen auch auf andere chronische Erkrankungen zutreffen. Gleiches gilt für die Wirkung auf die Adhärenz und Motivation der Patienten. Stichprobenartige Analysen im Anwendungsfeld neurologischer Erkrankungen und der noch immer bestehende Forschungsbedarf im Bereich Playability Heuristiken, lassen jedoch eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere chronische Erkrankungen mit Rehabilitationsbedarf vermuten. Trotz der Einschränkung auf MSKE der Schulter war es somit möglich, Forschungslücken im Bereich der Adhärenzsteigerung durch Gamification in der Rehabilitation aufzuzeigen.

Weitere Details zu den Limitationen hinsichtlich der Methoden und Ergebnisse des Scoping Reviews sowie der App-Recherche finden sich in den Diskussionsabschnitten 3.1.4 und 3.2.4.

Ziel 2: Entwicklung des GISMOR-Ansatzes

Die Entwicklung des GISMOR-Ansatzes zur Adhärenz- und Motivationssteigerung in Rehabilitationsprozessen mittels Gamification erfolgte systematisch anhand einer adaptierten Version des Schichtenmodells nach John et al. [45]. Aus der ursprünglichen Dienstebene leiteten sich die Dienstleistungs-, Patienten-, Gamification- und Prozessebene ab. Die Kommunikations-, Daten- und Hardwareebene wurden zur Informationssystemebene zusammengefasst. Die eigentliche Konzeptualisierung des GISMOR-Ansatzes erfolgte in acht separaten Schritten über die einzelnen zuvor definierten Ebenen. Die Interaktionsebene identifizierte und analysierte verschiedene Design-Prinzipien für persuasive Systeme und fasste diese schließlich zu einer eigenen Heuristik zusammen. Die Dienstleistungsebene analysierte anhand unterschiedlicher Rechtsnormen, welche rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen eine DiGA erfüllen sollte. Die Ermittlung, Analyse und Repräsentation von Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation erfolgte in der Patientenebene. Neben einer manuellen Datenextraktion aus verschiedenen Wissensquellen zur Erhebung von Adhärenzfaktoren umfasste sie die Entwicklung einer Ontologie als Wissensbasis für die adäquate Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen über die Gamificationsebene. Diese identifizierte und analysierte zunächst eine Reihe von Spiele-Komponenten hinsichtlich ihrer potentiellen Wirkung auf die psychologischen Grundbedürfnisse eines Individuums. Aufbauend hierauf wurde ein theoretisches Framework entwickelt, das über Zielbäume der gezielten Adressierung ausgewählter harter Adhärenzfaktoren dient.

Die Prozess-, Orchestrierungs- und Informationssystemebene wurden lediglich perspektivisch betrachtet. Auch wenn keine konkrete Ausgestaltung zur direkten Anwendbarkeit der Ebenen in der Praxis stattgefunden hat, so zeigt die perspektivische Betrachtung dennoch die Notwendigkeit der Einbindung von DiGA in Rehabilitationsprozesse und transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen auf. Neben grundsätzlichen Beschreibungen der Inhalte der Ebenen und zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen beinhalten die durchgeführten Analysen auch Lösungsansätze, die in zukünftigen Arbeiten weiter zu konkretisieren sind. Damit bieten bspw. die Prozess- und Orchestrierungsebene eine optimale Ausgangsbasis zur Entwicklung von Entscheidungsmodulen oder vollständigen DSS zur kundeninduzierten Orchestrierung von Rehabilitationsleistungen.

Umfassendere Diskussionen zu der in den einzelnen Ebenen des GISMOR-Ansatzes verwendeten Methodik sowie den erzielten Ergebnissen finden sich in Kapitel 4.

Ziel 3: Vorbereitung des GISMOR-Ansatzes zur Nutzung in der Praxis

Zur Anwendung des GISMOR-Ansatzes in der Praxis wurde der Anwendungsleitfaden „Erklärung der strukturierten Vorgehensweise GISMOR zur Entwicklung und Verbesserung Digitaler Gesundheitsanwendungen für die Rehabilitation mit dem Ziel der Motivations- und Adhärenzsteigerung“ entwickelt. Dieser stellt ein eigenständiges Dokument dar, welches Softwareentwicklern, Medizininformatikern und Gesundheitsversorgern eine Handlungshilfe zur Entwick-

lung und Verbesserung bestehender Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA für die Rehabilitation zur Verfügung stellt. Die Inhalte der einzelnen Ebenen des GISMOR-Ansatzes sind dabei so aufbereitet, dass sie in separaten Arbeitsschritten, häufig in Kombination mit entsprechenden Checklisten, einfach abgearbeitet werden können. Um den Anwendungsleitfaden möglichst prägnant zu halten, wurden umfangreichere Inhalte ausgelagert. So sind u. a. die Ontologie PyschoGame sowie die zugehörigen Zielbäume online unter GitHub abrufbar. Entsprechende Verlinkungen finden sich direkt im Anwendungsleitfaden.

Eine wesentliche Bedingung für die Konstruktion des Anwendungsleitfadens war es zu gewährleisten, dass dieser auch ohne die vorliegende Dissertation anwendbar ist. Dies ist mit Ausnahme der Gamificationsebene für alle Ebenen des GISMOR-Ansatzes gegeben. Aufgrund der umfangreichen Einsatz- und Designmöglichkeiten von Spiel-Design-Elementen zur Adressierung von Adhärenzfaktoren war es nicht möglich, eine Kurzform der Gamificationsebene im Anwendungsleitfaden abzubilden. Dementsprechend enthält der Anwendungsleitfaden nicht nur eine schrittweise Erläuterung zum Umgang mit der Gamificationsebene sondern auch Hinweise auf die in dieser Dissertation enthaltenen Inhalte zur Beschreibung von Spiele-Komponenten sowie dem konkreten Einsatz zur Adressierung harter Adhärenzfaktoren in der Rehabilitation. Zur Vermeidung oder zumindest Verringerung dieser Querverweise wäre u. a. eine gemeinsame Formalisierung des theoretischen Gamification-Frameworks, OnTARi und PsychoGames denkbar. Die ersten Umsetzungsversuche zur Abbildung der Gamificationsebene und der Patientenebene in einer gemeinsamen Ontologie sind bisher jedoch gescheitert. Neben einem Informationsverlust zum Design einzelner Spiele-Komponenten spielt hierbei auch die Variabilität und Komplexität der Einsatzmöglichkeiten der Spiele-Komponenten und -Mechaniken sowie der zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen eine Rolle. So können je nach Ausgestaltung der Spiele-Komponenten und -Mechaniken unterschiedliche Spiele-Dynamiken ausgelöst und damit andere Motive bzw. Bedürfnisse adressiert werden. Demnach ist nicht jede Spiele-Komponente, die potentiell ein psychologisches Bedürfnis befriedigen und damit einen Adhärenzfaktor adressieren kann, auch in jedem Fall dazu geeignet dies zu tun. In zukünftigen Arbeiten sind daher alternative Formalisierungsmöglichkeiten zu untersuchen.

Die Usability des Anwendungsleitfadens könnte darüber hinaus gesteigert werden, indem dieser nicht in Dokumentenform sondern als interaktiver digitaler Anwendungsleitfaden umgesetzt wird. Ein einfach zu bedienendes UI, über das sich die Nutzer leicht durch die einzelnen Ebenen und Arbeitsschritte des GISMOR-Ansatzes navigieren können, wäre insbesondere für die Anwendergruppe ‘Gesundheitsversorger’ hilfreich. Wie bereits in Unterabschnitt 4.4.3 beschrieben, zählt hierzu auch die Einbindung der entwickelten Ontologien in die Software, so dass diese ebenfalls über einfache Eingabemasken abruf- und durchsuchbar werden.

Ziel 4: Evaluation des GISMOR-Ansatzes

Die Evaluation des GISMOR-Ansatzes erfolgte unter Verwendung des zuvor entwickelten Anwendungsleitfadens. Am Beispiel des Telerehabilitationssystems AGT-Reha, welches das poststationäre Rehabilitationstraining von Patienten mit MSKE der Schulter unterstützt, wurde der Einsatz von GISMOR in der Praxis erprobt. In einer Kombination aus Selbstevaluation und interner Fremdevaluation fand eine schrittweise Analyse des AGT-Reha-Systems über fünf

Ebenen des GISMOR-Ansatzes statt [311]. Besonders umfassende Analysen betrafen die Anwendungs-, Interaktions-, Dienstleistungs-, Patienten- und Gamificationsebene. Die Ergebnisse der Analyse mündeten in der Ausarbeitung konkreter Maßnahmen zur Verbesserung des AGT-Reha-Systems – einem Grobkonzept für AGT-Reha⁺.

Die Ergebnisse der Evaluation zeigen, dass der GISMOR-Ansatz sowohl zur Analyse bestehender Medizinischer Assistenzsysteme bzw. DiGA geeignet ist als auch zur Erarbeitung konkreter Maßnahmen zur Optimierung dieser. Insbesondere im Hinblick auf den effektiven Einsatz von Spiel-Design-Elementen zur Adhärenz- und Motivationssteigerung gibt GISMOR eine Vielzahl von Anhaltspunkten zur Verbesserung bestehender Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA. Die konkrete Wirkung von auf GISMOR-basierenden DiGA auf die Motivation und Adhärenz in Rehabilitationsprozessen wurden bisher jedoch nicht evaluiert. Optimalerweise ist hierfür eine klinische Studie zu planen und durchzuführen, die neben subjektiven Instrumenten zur Erhebung der Therapieadhärenz durch Selbsteinschätzung auch objektive Maße verwendet [109]. Diese Wirksamkeitsstudien zur Adhärenz sind jedoch i. d. R. überaus zeit- und kostenintensiv, da sich die Wirkung einer Maßnahme auf die Therapieadhärenz eines Patienten erst mit Fortschreiten der Behandlung zeigt. Im Rahmen der Prävention und Gesundheitsförderung ist es daher nicht selten, dass Wirksamkeitsnachweise erst mit größeren zeitlichen Verzögerungen zur Entwicklung einer Maßnahme durchgeführt werden [311]. Eine vergleichende Wirksamkeitsstudie zwischen AGT-Reha und AGT-Reha⁺, die wohl am besten zum Nachweis positiver Versorgungseffekte geeignet ist, setzt weiterhin die Implementierung von AGT-Reha⁺ voraus. Eine prototypische Implementierung fand aufgrund der hiermit verbundenen zeitlichen und finanziellen Aufwände jedoch nicht statt.

Auch in Bezug auf die Vollständigkeit weist die Evaluation Limitationen auf. So wurde AGT-Reha lediglich anhand von fünf der acht Ebenen des GISMOR-Ansatzes analysiert. Eine Beschreibung der Prozess-, Orchestrierungs- und Informationssystemebene von AGT-Reha fand nicht statt. Aufgrund der Individualität unterschiedlicher Rehabilitationsprozesse und chronischer Erkrankungen war es nicht möglich ohne weitere ausführliche Prozesserhebungen und -analysen eine adäquate Modellierung und Formalisierung der Prozessebene für die darauf aufbauende Orchestrierungsebene anzufertigen. Gleiches gilt für die Informationssystemebene, dessen Modellierung u. a. von den konkreten beteiligten Institutionen und den dort verwendeten Anwendungssystemen abhängig ist. Ohne ausreichendes Wissen über die in einer bestimmten Institution eingesetzten Anwendungssysteme, die verfügbaren Schnittstellen und die verwendeten Standards ist es nicht möglich eine zur Analyse der transinstitutionellen Informationssystemarchitektur notwendige Modellierung zu erstellen. Weiterhin gilt es zu beachten, dass diese Dissertation, wie bereits zuvor beschrieben, nur eine perspektivische Darstellung der Prozess-, Orchestrierungs- und Informationssystemebene beinhaltet. Der Fokus liegt vielmehr auf einer Adhärenz- und Motivationssteigerung durch den gezielten Einsatz von Spiel-Design-Elementen in DiGA und somit der Interaktions-, Patienten- und Gamificationsebene. Alle drei Ebenen wurden zur Analyse und Optimierung von AGT-Reha herangezogen. Dementsprechend ist die durchgeführte Evaluation absolut ausreichend, um zu zeigen, dass GISMOR sowohl für die Analyse als auch Optimierung von Medizinischen Assistenzsystemen und DiGA geeignet ist.

7.2 Ausblick und Fazit

Die vorliegende Arbeit bietet mit dem GISMOR-Ansatz eine ganzheitliche, strukturierte Vorgehensweise zur Entwicklung und Optimierung von DiGA für die Rehabilitation mit dem Ziel der Motivations- und Adhärenzsteigerung durch Gamification. GISMOR unterstützt sowohl bei der Identifikation potentieller Adhärenzfaktoren als auch bei der adäquaten auf die Zielgruppe ausgerichteten Auswahl, Kombination und Umsetzung von Spiel-Design-Elementen. Dabei legt GISMOR besonderen Wert auf die Interaktion zwischen einer DiGA und dem Patienten und stellt damit nicht nur die interaktive und visuelle Gestaltung des UI in den Vordergrund, sondern auch die hieraus resultierende UX. Darüber hinaus gibt GISMOR den rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmen für die Umsetzung abrechnungsfähiger DiGA vor. Für den erfolgreichen Einsatz von DiGA liefert GISMOR weiterhin Anhaltspunkte zur Einbindung dieser in den Rehabilitationsprozess sowie zur Integration in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen. Über den Anwendungsleitfaden zu GISMOR wird der entwickelte Ansatz schließlich in der Praxis einsetzbar. Als eigenständiges Dokument dient der Anwendungsleitfaden Softwareentwicklern, Medizininformatikern und Gesundheitsversorgern als Handlungshilfe zur Entwicklung und Verbesserung von DiGA und bestehenden Medizinischen Assistenzsystemen. Am Beispiel des Telerehabilitationssystems AGT-Reha konnte dabei gezeigt werden, dass GISMOR sowohl für die Analyse als auch Ausarbeitung konkreter Maßnahmen zur Verbesserung einer DiGA geeignet ist.

Die durchgeführten Analysen zeigen aber auch den Weiterentwicklungsbedarf von GISMOR. So ist es zur Erhöhung der Effizienz von auf GISMOR basierenden DiGA erforderlich, die drei bisher nur perspektivisch betrachteten Ebenen ebenfalls weiter auszuarbeiten und somit eine einfache Integration von DiGA in den Rehabilitationsprozess unter Berücksichtigung angrenzender Rehabilitationsphasen zu erreichen. Weiterhin bietet es sich an, die in GISMOR verwendeten Frameworks und Ontologien gemeinsam zu formalisieren, um diese noch einfacher nutzbar zu machen. Die Implementierung eines digitalen Anwendungsleitfadens mit einem ansprechenden und einfach zu bedienenden UI, könnte darüber hinaus die Navigation durch die einzelnen Ebenen und Arbeitsschritte des GISMOR-Ansatzes vereinfachen. Nicht zuletzt ist die unmittelbare Wirkung von auf GISMOR basierenden DiGA auf die Therapieadhärenz in vergleichenden klinischen Studien weiter zu untersuchen. Hierfür bietet sich u. a. eine prototypische Implementierung von AGT-Reha⁺ an.

Literaturverzeichnis

- [1] Hafen K, Bengel J, Jastrebow J, Nübling R. Konzept und Dimensionen der Reha-Motivation. *Präv.-Rehab.* 2000 Jan; 12(1):1-10. German.
- [2] World Health Organization. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action. Sabaté E, editor. Genf: World Health Organization; c2003. Take-home messages; p. XIII.
- [3] Rödel S. Compliance war gestern: Von der Vielschichtigkeit der Adhärenz und den digitalen Möglichkeiten der Unterstützung. 2011 Jan 28 [cited 2018 July 30]. In: *Healthcare Marketing. Der Blog für Pharma und Medizintechnik* [Internet]. Erlangen: Spirit Link GmbH. c2018. [about 1 screen]. Available from: <https://www.healthcaremarketingblog.de/compliance-war-gestern-von-der-vielschichtigkeit-der-adhärenz-und-den-digitalen-möglichkeiten-der-unterstützung> .
- [4] Gerdes N, Weis J. Zur Theorie der Rehabilitation. In: Bengel J, Koch U, editors. *Grundlagen der Rehabilitationswissenschaften – Themen, Strategien und Methoden der Rehabilitationsforschung*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2000. p. 41-68. German
- [5] Greitemann B, Stein V. Praxis der konservativen Orthopädie – Rehabilitation in der Orthopädie. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*. 2013; 8(6):503-522. German.
- [6] Bundesarbeitergemeinschaft für Rehabilitation (BAR), editor. *Praxisleitfaden: Strategien zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Leistungen zur medizinischen Rehabilitation* [Internet]. Frankfurt am Main: BAR; c2008. Vorwort; [cited 2018 July 30]; p. 6-7. Available from: https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/publikationen/arbeitsmaterialien/downloads/PraxisleitfPrax_Nachhaltigkeit.pdf . German.
- [7] Bundesarbeitergemeinschaft für Rehabilitation (BAR), editor. *Praxisleitfaden: Strategien zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Leistungen zur medizinischen Rehabilitation* [Internet]. Frankfurt am Main: BAR; c2008. Chapter 1, Einleitung; [cited 2018 July 30]; p. 8-13. Available from: https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/publikationen/arbeitsmaterialien/downloads/PraxisleitfPrax_Nachhaltigkeit.pdf . German.
- [8] World Health Organization. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action. Sabaté E, editor. Genf: World Health Organization; c2003. Chapter V, Towards the solution; p. 27-38.
- [9] World Health Organization. WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care – First Global Patient Safety Challenge: Clean Care is Safer Care. Genf: World Health Organization; c2009. Part V, Patient involvement in hand hygiene promotion; p. 189-198.
- [10] Becker M. Potenzialanalyse der elektronischen Gesundheitskarte für einrichtungsübergreifende Behandlungswege aus der Perspektive der Patienten unter Berücksichtigung organisatorischer Rahmenbedingungen [dissertation]. Leipzig: Universität Leipzig; 2014. 156 p.
- [11] Güssow J. Behandlungspfade als Vergütungsgrundlage für neue Versorgungsformen. In: Hellmann W, editor. *Ambulante und Sektoren übergreifende Behandlungspfade. Konzepte Umsetzung Praxisbeispiele*. Berlin: MWV; 2017. p. 165-182.
- [12] Winter A, Alt R, Ehmke J, Haux R, Mattfeld D, Oberweis A, Peach B. Manifest – Kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen. *Gestaltung eines Paradigmenwechsels. Informatik-Spektrum*. 2012 Dec; 35(6):399-408.
- [13] Picha KJ, Howell DM. A model to increase rehabilitation adherence to home exercise programmes in patients with varying levels of self-efficacy. *Musculoskeletal Care*. 2018 Mar; 16(1):233-237.
- [14] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). *Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V. Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender*. Bonn: BfArM; 2020. Chapter 2.1, Was ist eine DiGA und was nicht?; p. 12-25.

- [15] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V. Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender. Bonn: BfArM; 2020 May 05. 2020. Chapter 4, Nachweis positiver Versorgungseffekte. p. 81-111.
- [16] Bundesministerium für Gesundheit (BMG). Ärzte sollen Apps verschreiben können [Internet]. Bonn: BMG Referat L7. 2020 Apr 22 [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/digitale-versorgung-gesetz.html>
- [17] Norwegian University of Science and Technology [Internet]. Trondheim, Alesund: NTNU; [cited 2018 Aug 06]. NTNU HEALTH – Exergaming for active healthy ageing and rehabilitation. Available from: <https://www.ntnu.edu/health/exergaming> .
- [18] Allam A, Kostova Z, Nakamoto K, Schulz PJ. The Effect of Social Support Features and Gamification on a Web-Based Intervention for Rheumatoid Arthritis Patients: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*. 2015;17(1):e14.
- [19] Theng YL, Lee JWY, Patinadan PV, Foo S. The use of video games, gamification and virtual environments in the self-management of diabetes: A systematic review of evidence. *Games for Health Journal*. 2015; 4(5):352-361.
- [20] Kramer A, Dettmers C, Gruber M. Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014 May 10; 95(10):1803-1809.
- [21] Deterding S, Dixon D, Khaled R, Nacke L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. In: Lugmayr F et al., editors. *MindTrek`11: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. New York (USA): Association for Computing Machinery; 2011. p. 9-15.
- [22] Koch M, Ott F, Oertel S. Gamification von Business Software – Steigerung von Motivation und Partizipation. München: Forschungsgruppe Kooperationssysteme, Universität der Bundeswehr München; c2013. Chapter 3, Spieltypische Mechanismen; p. 11-18.
- [23] Reeves B, Read JL. Total Engagement – Using Games and Virtual Worlds to Change the Way People Work and Business Compete. Boston (Massachusetts): Harvard Business Press; c2009. Chapter Five, Virtual People; p. 91-110.
- [24] Steiner B, Elgert L, Saalfeld B, KH Wolf. Gamification in Rehabilitation of Patients With Musculoskeletal Diseases of the Shoulder: Scoping Review. *JMIR Serious Games*. 2020;8(3):e19914.
- [25] Leps C, Falz R, Sauer J, Bischoff C, Friedrich R, Hoppe S, et al. Epidemiologische und ökonomische Bewertung von Muskel-Skelett-Erkrankungen für die ICD-10 Klasse M75 Schulterläsionen. *KSC*. 2021;13(1):1-6.
- [26] Mitchell C, Adebajo A, Hay E, Carr A. Shoulder pain: diagnosis and management in primary care. *BMJ*. 2005 Nov 12; 331:1124-1128.
- [27] Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Rahmenempfehlungen zur ambulanten Rehabilitation bei muskuloskeletalen Erkrankungen [Internet]. Frankfurt am Main: BAR; 2005 Dec [cited 2020 June 03]. Available from: https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_publikationen/reha_vereinbarungen/pdfs/Rahmenempfehlung_muskuloskeletale_Erkrankung.pdf
- [28] Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR), eds. Wegweiser – Rehabilitation und Teilhabe für Menschen mit Behinderung [Internet]. Frankfurt am Main: BAR; c2013. Die Leistungen zur Teilhabe im System der sozialen Sicherheit; [cited 2020 May 15]; p. 32-86. Available from: https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_publikationen/reha_grundlagen/pdfs/BARBroWegweiBAR2013.web.pdf

- [29] Locher HA, Middeldorf S. Komplementärmedizin. In: Wirth CJ, Mutschler W, Kohn D, Pohlemann T, editors. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. 3rd ed. Stuttgart: Thieme; 2014. p. 84-97.
- [30] Fuchs J, Rabenberg M, Scheidt-Nave C. Prävalenz ausgewählter muskuloskelettaler Erkrankungen. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1 (DEGS1). Bundesgesundheitsbl. 2013; 56:678.
- [31] Wenker M, Vockelmann C, Blum U, Heilsberg G. Muskuloskelettale Erkrankungen. In: Kahl-Scholz M, Vockelmann C, editors. Basiswissen Radiologie. Berlin, Heidelberg: Springer; 2017. p. 261-285. German
- [32] Fongemie AE, Buss MD, Rolnick SJ. Management of Shoulder Impingement Syndrome and Rotator Tears. Am Fam Physician. 1998 Feb;57(4):667-674.
- [33] Feichter M. Frozen Shoulder [Internet]. München: NetDoktor.de. 2016 Dec 14 [cited 2020 June 02]. Available from: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/frozen-shoulder/>
- [34] Schwarz J. Impingement – Schulter [Internet]. München: NetDoktor.de. 2016 Jan [cited 2020 June 02]. Available from: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/impingemen>
- [35] Gödek C. Sehnenriss [Internet]. München: NetDoktor.de. 2016 Mar 23 [cited 2020 June 20]. Available from: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/sehnenriss/>
- [36] World Health Organization. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action. Sabaté E, editor. Genf: World Health Organization; c2003. Chapter 1, Defining Adherence; p. 17-23.
- [37] Koch U, Bengel J. Enzyklopädie der Psychologie. Anwendungen der Medizinischen Psychologie. Göttingen: Hogrefe Verlag; 2017. Chapter 6, Therapieadhärenz; p. 527-529.
- [38] Mathes T, Jaschinski T, Pieper D. Adherence influencing factors – a systematic review of systematic reviews. Arch Public Health. 2014; 72(1):37.
- [39] Sabeur A. Was ist Patienten-Empowerment? [Internet]. Konstanz: coliquio GmbH. 2017 May 22 [cited 2020 May 31]. Available from: <https://www.coliquio-insights.de/patienten-empowerment-die-neue-rolle-des-patienten/>
- [40] Schäfer C. Patientencompliance: Adhärenz als Schlüssel für den Therapieerfolg im Versorgungsalltag. 2nd ed. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2017. Chapter 2, Grundlagen der Patientencompliance und Adhärenz.
- [41] John M, Einhaus J, Klose S, Kock G, Graßhoff T. Bericht Telerehabilitation 2015 – Medizinische Assistenzsysteme in der Prävention, Rehabilitation und Nachsorge. Berlin: Fraunhofer; 2015. Chapter 3, Telerehabilitation – ein facettenreicher Begriff. p.9-14.
- [42] Schäfer C. Patientencompliance: Adhärenz als Schlüssel für den Therapieerfolg im Versorgungsalltag. 2nd ed. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2017. Chapter 3, Modellkonzeptualisierung zur Erklärung des Adhärenzverhaltens.
- [43] Heckhausen J, Heckhausen H. Motivation und Handeln. 5th ed. Berlin: Springer Deutschland; 2018. 648 p.
- [44] Nowossadeck S. Demografischer Wandel, Pflegebedürftige und der künftige Bedarf an Pflegekräften. Eine Übersicht. Bundesgesundheitsbl. 2013 Aug;56(8):1040-1047.
- [45] John M, Einhaus J, Klose S, Kock G, Graßhoff T. Bericht Telerehabilitation 2015 – Medizinische Assistenzsysteme in der Prävention, Rehabilitation und Nachsorge. Berlin: Fraunhofer Fokus; 2015. Chapter 5, Stand der Praxis für medizinische Assistenzsysteme in der Prävention, Rehabilitation und Nachsorge; p. 39-53.
- [46] Haux R, Koch S, Lovell NH, Marscholke M, Nakashima N, Wolf K-H. Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. Yearb Med Inform 2016; Suppl 1:S76-91.
- [47] AAL-Deutschland [Internet]. Berlin: Stralau Ventures; c2016 [cited 28 Apr 2020]. Was ist Ambient Assisted Living?. Available from: <https://www.aal-deutschland.de/aal-1>

- [48] Ammenwerth E, Haux R, Knaup-Gregori P, Winter A. IT-Projektmanagement im Gesundheitswesen. 2nd ed. Stuttgart: Schattauer; c2015. Chapter 2.2, Informationssysteme und ihre Komponenten; p. 9-15.
- [49] Winter A, Haux R, Ammenwerth E, Brigl B, Hellrung N, Jahn F. Health Information Systems. Architectures and Strategies. 2nd ed. London: Springer-Verlag London Limited; c2011. Chapter 4.3, Transinstitutional Health Information Systems; p. 41-42.
- [50] Ziemann J. Architecture of Interoperable Information Systems - Reference Architecture for Collaborations between Public Administrations. In: Krallmann H, Zapp A, editors. Bausteine einer vernetzten Verwaltung. Berlin: Erich Schmidt Verlag; 2012. p. 165-187.
- [51] Hamari J, Pervinen P. Introduction to Gamification Minitrack. In: Bui T, editor. Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-51). Washington, D.C. (USA): IEEE Computer Society Press; 2018. p. 1106-1107.
- [52] Sailer M. Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung – Empirische Studien im Kontext manueller Arbeitsprozesse [dissertation]. Wiesbaden: Springer Fachmedien; c2016. Chapter 2, Gamification; p. 5-43. German.
- [53] Werbach K, Hunter D. For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Pennsylvania: Wharton Digital Press; 2010. 148p.
- [54] Zichermann G, Cunningham C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.; c2011. Chapter 1, Foundations; p.1-13.
- [55] Kulach K. Möglichkeiten zur Kundenbindung: Seien Sie einen Schritt voraus!. 2015 Oct 19 [cited 2018 July 30]. In: Webinterpret. Blog [Internet]. Valbonne: Webinterpret. c2018. Available from: <https://www.webinterpret.com/de/blog/moeglichkeiten-zur-kundenbindung-seien-sie-einen-schritt-voraus/>
- [56] Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. Ann Intern Med. 2018;169(7):567-473.
- [57] Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik: Online Lexikon [Internet]. Gronau N, Becker J, Kliwer N, Leimeister JM, Overhage S, editors. Potsdam: Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Universität Potsdam. c2008-2018 [cited 2019 Jun 04]. Gabriel R. Anwendungssystem; [about 1 screen]. Available from: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/>
- [58] Hoogendam A, de Vries Robbé PF, Overbeke AJPM. Comparing patient characteristics, type of intervention, control, and outcome (PICO) queries with unguided searching: a randomized controlled crossover trial. J Med Libr Assoc. 2012 Apr; 100(2):121-6.
- [59] Mayring P. Qualitative Inhaltsanalyse. In: Mey G, Mruck K, editors. Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien; 2010. p. 601-613.
- [60] Schreier M. Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten. Forum Qualitative Sozialforschung. 2014;15(1).
- [61] Literaturreviews mit MAXQDA – Free Guide (Deutsch) [Internet]. Berlin: VERBI Software. Consult. Sozialforschung. GmbH; c2017 [cited 2019 Jun 14]. 26 p. Available from: https://www.maxqda.de/wp/wp-content/uploads/Literaturverwaltung_mit_MAXQDA.pdf
- [62] Arif A, Maulidevi NU, Dharma D, Alimansyah MR, Prabowo T. An Interactive Kinect-Based Game Development for Shoulder Injury Rehabilitation. ICodSE: Proceedings of the 2018 5th International Conference on Data and Software Engineering; 2018 Nov 7-8; Senggigi Beach – Lombok, Indonesia. IEEE; 2018.

- [63] Budziszewski P. A Low Cost Virtual Reality System for Rehabilitation of Upper Limb. In: Shumaker R, editor. Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications. VAMR 2013. Berlin, Heidelberg: Springer; 2013. p. 32-39.
- [64] Chang C-M, Chang Y-C, Hsiao B-Y. The design of a shoulder rehabilitation game system. IET: Proceedings of the International Conference on Frontier Computing. Theory, Technologies and Applications; 2010 Aug 4-6; Taichung, Taiwan. London: IET; 2010.
- [65] Chang CM, Chang YC, Chang HY, Chou LW. An interactive game-based shoulder wheel system for rehabilitation. Patient Prefer Adherence. 2012;6:821-828.
- [66] Chung C-E, Chen C-H. The App Game Interface Design for Frozen Shoulder Rehabilitation. In: Soares M, Falcão C, Ahram TZ, editors. Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations. Advances in Intelligent Systems and Computing 486. Cham: Springer; 2017. p. 507-516.
- [67] Da Gama A, Chaves T; Figueiredo L, Teichrieb V. Guidance and Movement Correction Based on Therapeutics Movements for Motor Rehabilitation Support Systems. SVR: Proceedings of the 2012 14th Symposium on Virtual and Augmented Reality; 2012 May 28-31; Rio Janiero, Brazil. IEEE; 2012. p. 191-200.
- [68] Dahl-Popolizio S, Loman J, Cordes CC. Comparing Outcomes of Kinect Videogame-Based Occupational/Physical Therapy Versus Usual Care. Games Health J. 2014 Jun; 3(3):157-161.
- [69] Du Y-C, Shih C-B, Fan S-C, Lin H-T, Chen P-J. An IMU-compensated skeletal tracking system using Kinect for the upper limb. Microsystem Technolo. 2018; 24:4317-4327.
- [70] Fernandez-Cervantes V, Stroulia E, Castillo C, Oliva L, Gonzalez F. Serious rehabilitation games with Kinect. GEM: Proceedings of the 2015 IEEE Games Entertainment Media Conference; 2015 Oct 14-16; Toronto, Canada. IEEE; 2016.
- [71] Fikar P, Schoenauer C, Kaufmann H. The Sorcerer's Apprentice A serious game aiding rehabilitation in the context of Subacromial Impingement Syndrome. In: Osmani C, editor. Proceedings of the 2013 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops; 2013 May 5-8; Venice, Italy. IEEE; 2013. p. 327-330.
- [72] Huang M-C, Lee S-H, Yeh S-C, Chan R-C, Rizzo A, Xu W, et al. Intelligent Frozen Shoulder Rehabilitation. In: Leroy G, Chen H, Rindfleisch TC, editors. Smart and Connected Health. IEEE Intelligent Systems. Washington: IEEE Computer Society; 2014. p. 22-28.
- [73] Huang S-Y, Yu J-P, Wang Y-K, Liu J-W. Designing an exergaming system for exercise bikes using kinect sensors and Google Earth. Multimedia Tools and Applications. 2017;76:12281-12314
- [74] Lucchesi I, Lorussi F, Bellizzi M, Carbonaro N, Casarosa S, Trotta L, et al. Daily Life Self-management and Self-treatment of Musculoskeletal Disorders Through SHOULPHY. In: Perego P, Rahmani A, Taheri Nejad N, editors. MobiHealth 2017: Wireless Mobile Communication and Healthcare. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering 247. Cham: Springer; 2018. p. 233-241.
- [75] Mangal NK, Pal S, Khosla A. Frozen shoulder rehabilitation using microsoft kinect. IGEHT: Proceedings of the 2017 International Conference on Innovations in Green Energy and Healthcare Technologies; 2017 Mar 16-18; Coimbatore, India. IEEE; 2017.
- [76] Muñoz GF, Casero JG, Cárdenas RAM. Usability Study of a Kinect-Based Rehabilitation Tool for the Upper Limbs. In: Rocha Á, Adeli H, Reis L, Costanzo S, editors. WorldCIST'19: New Knowledge in Information Systems and Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing 931. Cham: Springer; 2019. p. 755-763.

- [77] Nava W, Mejia CAR, Uribe-Quevedo A. Prototype of a Shoulder and Elbow Occupational Health Care Exergame. In: Stephanidis C, editor. HCI 2015: HCI International 2015 - Posters' Extended Abstracts. Communications in Computer and Information Science 529. Cham: Springer; 2015. p. 467-472.
- [78] Pekyavas NO, Ergun N. Comparison of virtual reality exergaming and home exercise programs in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesis: Short term effect. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2017 May;51(3):238-242.
- [79] Pinto JF, Carvalho HR, Chambel GRR, Ramiro J, Goncalves A. Adaptive gameplay and difficulty adjustment in a gamified upper-limb rehabilitation. *SeGAH: Proceedings of the 2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health*; 2018 May 16-18; Vienna, Austria. IEEE; 2018.
- [80] Powell V, Powell W. Therapy-led Design of Home-Based Virtual Rehabilitation. *WEVR: Proceedings of the 2015 IEEE 1st Workshop on Everyday Virtual Reality*; 2015 Mar 23; Arles, France. IEEE; 2015. p. 11-14.
- [81] Quevedo WX, Ortiz JS, Velasco PM, Sánchez JS, Álvarez M, Rivas D, et al. Assistance System for Rehabilitation and Valuation of Motor Skills. In: De Paolis L, Bourdot P, Mongelli A, editors. *AVR 2017: Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics. Lecture Notes in Computer Science 10325*. Cham:Springer; 2017. p.166-174.
- [82] Rahman M, Kankanhalli A, Wadhwa B, Hua YC, Kei CK, Hoon LJ, et al. GEAR: A Mobile Game-Assisted Rehabilitation System. *ICHI: Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Healthcare Informatics*; 2016 Oct 4-7; Chicago, USA. IEEE; 2016. p. 511-516.
- [83] Rahman M, Wadhwa B, Kankanhalli A, Hua YC, Kei CK, Hoon LJ, et al. GEAR analytics: A clinician dashboard for a mobile game assisted rehabilitation system. *i-USER: Proceedings of the 2016 4th International Conference on User Science and Engineering*; 2016 Aug 23-25; Maleka, Malaysia. IEEE; 2016. p. 193-198.
- [84] Rizzo JR, Thai P, Li EJ, Tung T, Hudson TE, Herrera J, et al. Structured Wii protocol for rehabilitation of shoulder impingement syndrome: A pilot study. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017 Nov;60(6):363-370.
- [85] Shewaga R, Rojas D, Kapralos B, Brennan J. Alpha testing of the rapid recovery Kayaking-based exergame. *GEM: Proceedings of the 2015 IEEE Games Entertainment Media Conference*; 2015 Oct 14-16; Toronto, Canada. IEEE; 2015.
- [86] Shi Y, Peng Q. A VR-based user interface for the upper limb rehabilitation. *Procedia CIRP.* 2018;78:115-120.
- [87] Shroeder B, Kunanec M, Kroese B, Pollard O, Sadoon O, Kapralos B, et al. Rapid Recovery: A Kayaking-Based Exergame for Shoulder Rehabilitation and Physical Fitness. *GEM: Proceedings of the 2014 IEEE Games Media Entertainment*; 2014 Oct 22-24; Toronto, Canada. IEEE; 2014.
- [88] Symeonidis I, Kavallieratou E. Development and Assessment of a Physiotherapy System Based on Serious Games. In: Kyriacou E, Christofides S, Pattichis C, editors. *IFMBE: Proceedings of the XIV Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2016*. Cham: Springer; 2016. p. 592-595.
- [89] Vogt K, Pirrò D, Kobenz I, Höldrich R, Eckel G. PhysioSonic - Evaluated Movement Sonification as Auditory Feedback in Physiotherapy. In: Ystad S, Aramaki M, Kronland-Martinet R, Jensen K, editors. *CMMR 2009, ICAD 2009: Auditory Display. Lecture Notes in Computer Science 5954*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2010. p. 103-120.
- [90] Wiederhold BK, Wiederhold MD. Evaluation of virtual reality therapy in augmenting the physical and cognitive rehabilitation of war veterans. *Int J Disabil Human Dev.* 2006;5(3):211-215.

- [91] Yeh SC, Lee SH, Fan YC. The Development of Interactive Shoulder Joint Rehabilitation System Using Virtual Reality in Association with Motion-Sensing Technology. In: Huang YM, Chao HC, Deng DJ, Park J, editors. *Advanced Technologies, Embedded and Multimedia for Human-centric Computing*. Lecture Notes in Electrical Engineering 260. Dordrecht: Springer; 2014. p. 1073-1082.
- [92] Yin Z-X, Xu H-M. A wearable rehabilitation game controller using IMU sensor. ICASI: Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Applied System Invention; 2018 Apr 13-17; Chiba, Japan. IEEE; 2018. p. 1060-1062.
- [93] Wilson RD, Chae J. Hemiplegic Shoulder Pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;26(4):641-55.
- [94] Raghavan P. Upper Limb Motor Impairment After Stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;26(4):599-610.
- [95] Fitzgibbons P, Medvedev G. Functional and Clinical Outcomes of Upper Extremity Amputation. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015 Dec;23(12):751-60.
- [96] The Boston Consulting Group. *Realizing the Promise of Disease Management*. Boston (MA): The Boston Consulting Group; 2006. 30 p.
- [97] The Boston Consulting Group. *The promise of disease management*. Boston (MA): The Boston Consulting Group; 1995.
- [98] World Health Organization. WHO Guidelines on Health-Related Rehabilitation (Rehabilitation Guidelines). 2014 [cited 2019 Oct 18]. Available from: https://www.who.int/disabilities/care/rehabilitation_guidelines_concept.pdf
- [99] Johnson D, Deterding S, Kuhn K-A, Staneva A, Stoyanov S, Hides L. Gamification for health and wellbeing: a systematic review of the literature. *Internet Interv*. 2016;6:89-106
- [100] Rogers S. *Level Up!: The Guide to Great Video Game Design*. New Jersey: John Wiley & Sons; 2010. 520 p.
- [101] García-Martínez S, Orihuela-Espina F, Sucar LE, Moran AL, Hernández-Franco J. A design framework for arcade-type games for the upper-limb rehabilitation. ICVR: Proceedings of the 2015 International Conference on Virtual Rehabilitation; 2015 June 9-12; Valencia, Spain. IEEE; 2015.
- [102] Haber P. *Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung – Rehabilitation bis Leistungssport*. 3rd ed. Vienna: Springer-Verlag; 2009. Chapter 3, Zehn allgemeine Grundregeln des Trainings; p. 161-206.
- [103] Haber P. *Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung – Rehabilitation bis Leistungssport*. 3rd ed. Vienna: Springer-Verlag; 2009. Chapter 3.2, Zur Sicherheit der Trainings-therapie; p. 360-363.
- [104] Gears D, Braun K. Gamification in Business: Designing Motivating Solutions to Problem Situations. CHI'13: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 2013 Apr 27-May 2; Paris, France. ACM; 2013.
- [105] Reeves B, Cummings JJ, Anderson D. Leveraging the engagement of games to change energy behavior. CHI'11: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 2011 May 7-12; Vancouver BC, Canada. ACM; 2011.
- [106] Schell J. *The Art of Game Design: A Book of Lenses*. Boca Raton: CRC Press; 2008. No, Seriously, What Is a Game?; p. 30-35.
- [107] Ryan RM, Deci EL. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *Am Psychol*. 2000;55:68–78.
- [108] Sailer M. *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung. Empirische Studien im Kontext manueller Arbeitsprozesse*. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2016. Chapter 4, Wirkung von Gamification auf Motivation; p. 97-126.

- [109] Nunes V, Neilson J, O'Flynn N, Calvert N, Kuntze S, Smithson H, et al. Clinical Guidelines and Evidence Review for Medicines Adherence: involving patients in decisions about prescribed medicines and supporting adherence. London: National Collaborating Centre for Primary Care and Royal College of General Practitioners; 2009. Chapter 7, Assessment of adherence; p. 178-200.
- [110] Steiner B, Richter I, Elgert L, Haux R, Wolf KH. Mobile Health Applications for Rehabilitation of Musculoskeletal Diseases of the Shoulder: A Systematic Analysis. *Stud Health Technol Inform.* Forthcoming 2021.
- [111] Statista [Internet]. Hamburg: Statista GmbH; c2020 [cited 2020 Jan 14]. Anzahl der verfügbaren Apps in den Top App-Stores im 2. Quartal 2019. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/208599/umfrage/anzahl-der-apps-in-den-top-app-stores/>
- [112] Statista [Internet]. Hamburg: Statista GmbH; c2020 [cited 2020 Feb 13]. Vergleich der Marktanteile von Android und iOS am Absatz von Smartphones in Deutschland von Januar 2012 bis Dezember 2019. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/256790/umfrage/marktanteile-von-android-und-ios-am-smartphone-absatz-in-deutschland/>
- [113] BlueStacks.com [Internet]. Campbell: Bluestack Systems, Inc.; c2020 [cited 2020 Feb 12]. Available from: <https://www.bluestacks.com/de/index.html>
- [114] Stoyanov SR, Hides L, Kavanagh DJ, Zelenko O, Tjondronegoro D, Mani M. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2015;3(1):e27.
- [115] Reyes A, Qin P, Brown CA. A standardized review of smartphone applications to promote balance for older adults. *Disabil Rehabil.* 2018 Mar;40(6):690-696
- [116] Sharudin. Shoulder Rehabilitation Exercises. v1.2 [software]. 2019 Oct 30 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.jombalik.shoulderexercises>
- [117] Fitness Lab. Schulter-, Nackenschmerzen Erleichterung. v2.5 [software]. 2018 Oct 15 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.workoutapps.shoulder.stretching.exercises>
- [118] adminapps. Schulterschmerzen Übungen. v3.8.1.3.1 [software]. 2019 Mar 17 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.relief.shoulderpainexercises>
- [119] tbeapps. Schmerzen in der Schulter Übungen. v3.7.1.1 [software]. 2019 Feb 16 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stretches.shoulderpainexercise>
- [120] abayapps. Physiotherapie-Übungen. v3.8.2.2.1 [software]. 2019 June 16 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rehabilitation.physicaltherapyexercises>
- [121] abayapps. Gefrorene Schulterübungen. v3.8.2.2.1 [software]. 2019 June 19 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.treatment.frozenshoulderexercises>
- [122] Healure Technology. Healure: Physiotherapy Exercise Plans. v1.1.07 [software]. 2019 Feb 10 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.healure.painrecovery>
- [123] Dr.Isaac's Holistic Wellness. Frozen Shoulder Protocols. v1.8 [software]. 2018 Dec 02 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.protocol.frozenshoulder>
- [124] Ciro Store. shoulder pain [software]. 2018 Nov 07 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev667101.app851476>

- [125] Ocean Digital Store. Home Remedies for Shoulder Pain. v1.1 [software]. 2018 Sept 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev667101.app822924>
- [126] Grupo de Telemática e Imagen. Fisioterapia fractura hombro. v1.1 [software]. 2018 Aug 30 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gti.maria.physiotherapyapp>
- [127] HindiTreading Apps. Neck, shoulder pain relief. v2.0 [software]. 2019 Dec 16 [cited 2020 Jan 17]. Available from: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hindi_tread-inapps.shoulder_neck_pain
- [128] StatesApps. Rid of Shoulder Pain Remedies [software]. 2018 Jan 07 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.StatesApps.ShoulderPainHomeRemedies>
- [129] Nick Noye. SPACS. Version 1.7 [software]. 2020 Jan 29 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spacs&hl=de>
- [130] Natural, proven & safe chronic pain relief. Pathways Pain Relief. v2.7.3 [software]. 2019 Dec 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pathways.pathwayspainrelief>
- [131] PHYSIO PLUS. Prakruti Physiotherapy Clinic. v0.0.1 [software]. 2019 Mar 19 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.physio-plusnetwork.prakruti>
- [132] DeporteDoc. Hombro Doloroso. v1.1 [software]. 2016 Dec 29 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Codecture.deportedoc>
- [133] Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V. Rheuma-Auszeit [software]. 2019 Jan 08 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobile.rheumaauszeit>
- [134] Space Mountain Apps. Bursitis (Guide) [software]. 2019 Aug 01 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev565055.app877038>
- [135] 9zest. 9zest FixHealth - Pain, Stress [software]. 2018 Oct 03 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ninezest.fixhealth>
- [136] Faes Farma. Mapas del Dolor [software]. 2017 July 20 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.icooldesign.mapasdeldolor>
- [137] Medics-paramedicsapp. Orthopedics Shoulder & Elbow. v2.0 [software]. 2019 Nov 22 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.orthopedicupperextremity.medicalapps>
- [138] Om Net Solution. The Pain Clinic. v1.0.4 [software]. 2020 Jan 01 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thepainclinic>
- [139] Empowered Applications. Healo. v1.2.5 [software]. 2020 Jan 23 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.empowered.healo>
- [140] MultimediaTechnology. ShoulderApp. v1.2 [software]. 2016 Dec 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fachhochschulesalzburggmbh.ShoulderApp>
- [141] Urodev. iTraumaApp Shoulder Pro. v1.0.3 [software]. 2014 June 14 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ACSimulation.iTraumaHombroPro>
- [142] Limber Health. Limber Health. v1.0 [software]. 2020 Jan 15 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.limberhealth.mobileapp>
- [143] softline54. Disease क Perfect Treatment. v1.1 [software]. 2019 Feb 24 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dsese.tremnn>

- [144] miltone. Doctor ज्ञान (Education) 3 weeks. v1.2 [software]. 2019 Sept 12 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.threwks.meidocr>
- [145] Center for Pain and Stress Research. MPS Shoulder Therapy. v1.0.0 [software]. 2019 Sept 08 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dolphin.mps>
- [146] Fadevs. Clinical Orthopaedics Surgery. v2.0 [software]. 2019 July 19 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev710410.app830149>
- [147] VTSBRO Apps. Doctor Homeopathy. v1.3 [software]. 2019 June 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.zddapps.homeopathic>
- [148] The Painspace. the painspace: for pain relief. v1.1.21 [software]. 2018 Oct 19 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.the-painspace.ThePainspace>
- [149] NHS Leicestershire Health Informatics Service. Musculoskeletal (MSK) Self-Care. v1.1.0 [software]. 2019 May 03 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.nhs.leics.his.msk>
- [150] Health care IT. Forward Head GB [software]. 2018 Aug 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.blogspot.httphealthcareitsolution.forward.head.posture>
- [151] NonitaDev. How to Treat a Sore Shoulder [software]. 2018 June 29 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev717872.app797300>
- [152] MQQ Studios. Medical and Health Tips [software]. 2019 Apr 16 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mqqstudio.medical.health.bloodsugar.bloodpressure.healthtips>
- [153] Divine Care Company. Divine Care: Acupressure Points, Health & Beauty. v1.0 [software]. 2020 Jan 17 [cited 2020 Jan 16]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.siddharth.divinecareapp>
- [154] Ouchie. Ouchie: your pain management companion. v1.5.11 [software]. 2020 Jan 20 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ouchie>
- [155] hani rathor. Wellness Homeo [software]. 2019 Aug 03 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app.wellnesshomeopath>
- [156] Smarter Symptom Tracker. Smarter Symptom Tracker. v1.0.1 [software]. 2018 June 17 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobsst>
- [157] RK Unit. Keep Your Joints Healthy Naturally [software]. 2019 Apr 12 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Memi.KeeYo-JoiHealtNatur>
- [158] hasan ahmad. درد من اش ی گن اخ نامرد [software]. 2019 Sept 23 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ariana.darmaneshanedard>
- [159] smart vue. HomeoCare. v3.0 [software]. 2018 Sept 23 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.smartvue.homeopathic>
- [160] LIME KAROLINSKA INSTITUTET. ErgoArmMeter. v3 [software]. 2018 Sept 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.c.denni.test>
- [161] Injurymap. Injurymap - Effective exercise therapy. v1.5.42 [software]. 2020 Jan 30 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.injurymap.injurymap>

- [162] Alberto Sanchez. Hombro. v1.1 [software]. 2019 Apr 10 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobilesoft.artrohombrocopy>
- [163] Multi App Logix. Physiotherapy Exercises by Dr. Huma Ibrar Abbasi. v1.0 [software]. 2017 July 17 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.multiapplogix.physiotherapytips>
- [164] Alberto Sanchez. iShoulder [software]. 2013 Aug 07 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.albertosanchezmac.myshoulder>
- [165] Health Fitness and Tutorials. Gharelu Nuskhe Gharelu Upchar. v1.2 [software]. 2020 Jan 28 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.HealthFitnessAndTutorials.GhareluNuskheGhareluUpchar>
- [166] Health Fitness and Tutorials. Acupuncture Guide. v1.2 [software]. 2020 Jan 27 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.HealthFitnessAndTutorials.AcupunctureGuide>
- [167] Eva-Maria Zettl. Der Sportdokter. v6.030 [software]. 2019 July 01 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Tobit.android.Slitte7550914094>
- [168] Colin McDonnell. Orthopedic Referral Guidelines [software]. 2017 May 06 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cleverstagortho>
- [169] Vivira Health Lab GmbH. Vivira - Physiotherapie Übungen für Zuhause. v2.15.0 [software]. 2020 Jan 16 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vivira.android>
- [170] Physera. Physera. v5.0.2 [software]. 2020 Jan 10 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.healthcoda.physera>
- [171] Strapp Pty Limited. Strappt [software]. 2018 July 07 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.strappt.android>
- [172] aDRp. Needleless Acupuncture: Self Treatment Guide [software]. 2019 June 22 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.NeedlelessAcupuncture>
- [173] Mehab, LLC. MEHAB- Mobile Physical Therapy. v2.3 [software]. 2020 Jan 24 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.application.mehab>
- [174] Rehab Guru Team. Rehab Guru Client. v2.3.1 [software]. 2020 Jan 13 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rehabguru.client>
- [175] Softech India. Ethos Body And Mind Clinic. v1.0 [software]. 2016 Apr 12 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.androidwebviewapp6.yogesh>
- [176] Nubia Suarez. Remedios Caseros Artritis. v5.0 [software]. 2019 Nov 21 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev605364.app627733>
- [177] PhysioAdvisor. PhysioAdvisor Exercises. v1.4 [software]. 2013 Aug 18 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appiphany.physio>
- [178] Health & Fitness Guide. Home Remedies und Heilung. v1.0 [software]. 2017 June 09 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.HealthAndFitnessGuide.HomeRemediesAndNaturalCure>
- [179] Silent Developer. Schmerzen Übungen. v1.9 [software]. 2019 Oct 15 [cited 2020 Jan 17]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jogi.apps.pain.exercises>

- [180] MEDIAN. MEDIAN App. v1.0.18 [software]. 2020 Mar 30 [cited 2020 Apr 08]. Available from: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.median_kliniken.app
- [181] Elkom Computer. Solequelle Bad Westernkotten. v6.199 [software]. 2020 Feb 23 [cited 2020 Apr 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.To-bit.android.Slitte6622013210>
- [182] Stay Fit With Samantha. Schmerztagebuch [software]. 2018 Nov 24 [cited 2020 Apr 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.samantharoobol.painlog>
- [183] Zeleniak. Pain Relief 2.0. v3.0 [software]. 2015 Oct 03 [cited 2020 Apr 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bzsounds.pain.relief2>
- [184] Woebot Labs. Woebot: Your Self-Care Expert. Version 3.17.4 [software]. 2020 Apr 03 [cited 2020 Apr 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.woebot>
- [185] RHD Australia. RHD Treatment Tracker. v1.0.5 [software]. 2019 Sept 27 [cited 2020 Apr 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=au.edu.menzies.rhd-treatmenttracker2>
- [186] Glyqa Inc. GLYQA [software]. 2018 Aug 16 [cited 2020 Apr 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.glyqa.app>
- [187] Knitza J, Tascilar K, Messner EM, Meyer M, Vossen D, Pulla A, et al. German Mobile Apps in Rheumatology: Review and Analysis Using the Mobile Application Rating Scale (MARS). *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019 Aug; 7(8):e14991.
- [188] Jamaladin H, van de Belt TH, Luijpers LC, de Graaff FR, Bredie SJ, Roeleveld N, et al. Mobile Apps for Blood Pressure Monitoring: Systematic Search in App Stores and Content Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018 Nov; 6(11):e187.
- [189] Nussbaum R, Kelly C, Quinby E, Mac A, Parmanto B, Dicianno BE. Systematic Review of Mobile Health Applications in Rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Jan; 100(1):115-127.
- [190] Icons8.com [Internet]. Kennett Pike: Icons8 LLC; c2020 [cited 2020 Feb 17]. Available from: <https://icons8.com/>
- [191] Oinas-Kukkonen H, Harjuma M. Persuasive Systems Design: Key Issues, Process Model, and System Features. *Commun Assoc Inf Syst*. 2009 Mar; 24(1).
- [192] Nixon ME, Howard AM. Applying Gaming Principles to Virtual Environments for Upper Extremity Therapy Games. *Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*; 2013 Oct 13-16; Manchester, UK. IEEE; 2014.
- [193] Taype GEE, Calani MCB. Extending Persuasive System Design Frameworks: An Exploratory Study. In: Rocha Á, Ferrás C, Montenegro Marin C, Medina García V, editors. *Information Technology and Systems. ICITS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham: Springer. 2020; 1137:35-45.
- [194] Benyon D. *Designing Interactive Systems: A comprehensive guide to HCI, UX and interaction design*. Harlow: Pearson Education Limited; 2014. 3rd ed. Part II, Techniques for designing interactive systems. p. 136-306.
- [195] Benyon D. *Designing Interactive Systems: A comprehensive guide to HCI, UX and interaction design*. Harlow: Pearson Education Limited; 2014. 3rd ed. Chapter 5, Experience design. p. 93-108.
- [196] Fogg BJ. A Behavior Model for Persuasive Design. *Persuasive`09: Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology*. New York (USA): Association for Computing Machinery; 2009.
- [197] Johner C. User Experience ungleich Usability [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. 2015 July 17 [cited 2021 Feb 02]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/iec-62366-usability/user-experience/>

- [198] Lidwell W, Holden K, Butler J. The Pocket Universal Principles of Design: 125 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach through Design. Beverly (MA): Rockport Publishers; 2010.
- [199] Steiner B, Wolf KH. A Vision Utilizing Gamification to Enhance Patients' with Chronic Shoulder Diseases Adherence to Rehabilitation. In: Mantas J, Hasman A, Gallos P, Kolokathi A, Househ MS, Liaskos J, eds. Health Informatics Vision: From Data via Information to Knowledge. Proceedings of the 17th International Conference on Informatics, Management and Technology in Healthcare (ICIMTH 2019). 2019;262:71–74.
- [200] Steiner B, Wolf KH. A Mobile Application Enhancing Adherence to Rehabilitation: A Vision. In: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 64. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Dortmund, 08.-11.09.2019. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2019. (Abstract).
- [201] Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union. VERORDNUNG (EU) 2017/745 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. April 2017 über Medizinprodukte, zur Änderung der Richtlinie 2001/83/EG, der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 und der Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 und zur Aufhebung der Richtlinien 90/385/EWG und 93/42/EWG des Rates. 2017 Apr 5.
- [202] Medical Device Coordination Group. Guidance on Qualification and Classification of Software in Regulation (EU) 2017/745 – MDR and Regulation (EU) 2017/746 – IVDR. 2019 Nov 10.
- [203] Johner C. MDR Regel 11 / Rule 11: Der Klassifizierungs-Albtraum [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. 2019 Oct 16 [cited 2020 May 08]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/mdr-regel-11/>
- [204] DIMDI [Internet]. Köln: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information; c2020 [cited 2020 May 08]. Zuständige Bundesbehörden; [about 1 screen]. Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/medizinprodukte/institutionen/bundesoberbehoerden/>
- [205] Deutsche Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation (Digitale-Versorgung-Gesetz – DVG). 2019 Sept 23.
- [206] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V. Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender. Bonn: BfArM; 2020 May 05. Chapter 1, Einführung. p. 7-11.
- [207] Bundesministerium für Gesundheit. Referentenentwurf: Verordnung über das Verfahren und die Anforderungen der Prüfung der Erstattungsfähigkeit digitaler Gesundheitsanwendungen in der gesetzlichen Krankenversicherung (Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung – DiGAV). 2020 Apr 09.
- [208] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V. Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender. Bonn: BfArM; 2020 May 05. Chapter 3, Anforderungen an DiGA. p. 37-80.
- [209] Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union. Verordnung (EU) 2016/679 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung). 2016 May 04.
- [210] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. BSI-Standard 200-2. IT-Grundschutz-Methodik. 2017 Oct.

- [211] Buschmann-Steinhage R, Widera T. Grundlagen der Rehabilitation. In: Bengel J, Mittag O, eds. *Psychologie in der medizinischen Rehabilitation: Ein Lehr- und Praxisbuch*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2016. p. 13-24.
- [212] Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie über die Verordnung von Heilmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Heilmittel-Richtlinie/HeilM-RL). 2020 March 27.
- [213] Rechtslexikon.net [Internet]. Panama City: H. Schlüter; c2014 [cited 2020 May 15]. Hilfsmittel; [about 1 screen]. Available from: <http://www.rechtslexikon.net/d/hilfsmittel/hilfsmittel.htm>
- [214] Verband der Ersatzkassen e.V., AOK-Bundesverband GbR, BKK Dachverband, IKK e.V., Knappschaft, Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau als Landwirtschaftliche Krankenkasse, et al. Gemeinsame Empfehlungen zur Förderung und Durchführung von Schulungen auf Grundlage von § 43 Abs. 1 Nr. 2 SGB V vom 2. Dezember 2013 in der Fassung vom 8. Februar 2017.
- [215] Johner C. Software & IEC 62304 [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. [cited 2020 May 19]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/category/iec-62304-medizinische-software>
- [216] Johner C. Sicherheitsklassen gemäß IEC 62304 [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. 2017 Dec 14 [cited 2020 May 19]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/iec-62304-medizinische-software/sicherheitsklassen-iec-62304/>
- [217] Johner C. MDR Software-Hersteller aufgepasst! [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. 2017 Dec 11 [cited 2020 May 19]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/mdr-software/>
- [218] Johner C. IEC 82304 – Was die Norm zu „Health Software“ fordert [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. 2016 Sept 14 [cited 2020 May 19]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/iec-62304-medizinische-software/iec-82304/>
- [219] Johner C. ISO 25010 und ISO 9126 [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. 2015 Aug 10 [cited 2020 May 19]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/iec-62304-medizinische-software/iso-9126-und-iso-25010>
- [220] Johner C. Usability & IEC 62366 [Internet]. Konstanz: Johner Institut GmbH. [cited 2020 May 19]. Available from: <https://www.johner-institut.de/blog/category/iec-62366-usability/>
- [221] Zinn S. Patient Adherence in Rehabilitation. In: Bosworth HB, Oddone EZ, Weinberger M, editors. *Patient Treatment Adherence. Concepts, Interventions, and Measurement*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 2006. p. 195-238.
- [222] Jin J, Sklar GE, Oh VMS, Li SC. Factors affecting therapeutic compliance: A review from the patient's perspective. *Ther Clin Risk Manag*. 2008 Feb;4(1):269–286.
- [223] World Health Organization. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action. Sabaté E, editor. Genf: World Health Organization; c2003. Introduction; p. XI-XII.
- [224] World Health Organization. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action. Sabaté E, editor. Genf: World Health Organization; c2003. Annex III – Table of reported factors by condition and dimension; p. 162-165.
- [225] Resurrección DM, Motrico E, Rigabert A, Rubio-Valera M, Conejo-Cerón S, Pastor L et al. Barriers for Nonparticipation and Dropout of Women in Cardiac Rehabilitation Programs: A Systematic Review. *J Womens Health (Larchmt)*. 2017 Aug;26(8):849-859.
- [226] Ruano-Ravina A, Pena-Gil C, Abu-Assi E, Raposeiras S, van't Hof A, Meindersma E et al. Participation and adherence to cardiac rehabilitation programs. A systematic review. *Int J Cardiol*. 2016 Nov 15;223:436-443.
- [227] Daly J, Sindone AP, Thompson DR, Hancock K, Chang E, Davidson P. Barriers to participation in and adherence to cardiac rehabilitation programs: a critical literature review. *Prog Cardiovasc Nurs*. 2002;17(1):8-17.

- [228] Petter M, Blanchard C, Kemp KAR, Mazoff AS, Ferrier SN. Correlates of exercise among coronary heart disease patients: review, implications and future directions. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009 Oct;16(5):515-526.
- [229] Resurrección DM, Moreno-Peral P, Gómez-Herranz M, Rubio-Valera M, Pastor L, Caldas de Almeida JM et al. Factors associated with non-participation in and dropout from cardiac rehabilitation programmes: a systematic review of prospective cohort studies. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2019 Jan;18(1):38-47
- [230] Taylor GH, Wilson SL, Sharp J. Medical, psychological, and sociodemographic factors associated with adherence to cardiac rehabilitation programs: a systematic review. *J Cardiovasc Nurs*. 2011;26(3):202-209.
- [231] Choi J, Twamley EW. Cognitive rehabilitation therapies for Alzheimer's disease: A review of methods to improve treatment engagement and self-efficacy. *Neuropsychol Rev*. 2013 Mar;23(1):48-62.
- [232] Luker J, Lynch E, Bernhardsson S, Bennett L, Bernhardt J. Stroke Survivors' Experiences of Physical Rehabilitation: A Systematic Review of Qualitative Studies. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Sep;96(9):1698-1708.
- [233] Ormel HL, van der Schoot GGF, Sluiter WJ, Jalving M, Gietema JA, Walenkamp AME. Predictors of adherence to exercise interventions during and after cancer treatment: A systematic review. *Psychooncology*. 2018 Mar;27(3):713-724.
- [234] Thompson EL, Broadbent J, Bertino MD, Staiger PK. Do Pain-related Beliefs Influence Adherence to Multidisciplinary Rehabilitation?: A Systematic Review. *Clin J Pain*. 2016 Feb;32(2):164-78.
- [235] Hall AM, Ferreira PH, Maher CG, Latimer J, Ferreira ML. The influence of the therapist-patient relationship on treatment outcome in physical rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther*. 2010 Aug;90(8):1099-110.
- [236] Essery R, Geraghty AWA, Kirby S, Yardley L. Predictors of adherence to home-based physical therapies: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2017 Mar;39(6):519-534.
- [237] Hoffmann S, Faselt F. Gesundheitspsychologie: Sozial-kognitive Ansätze zur Erklärung des Gesundheitsverhaltens von Konsumenten. In: Hoffmann S, editors. *Angewandtes Gesundheitsmarketing*. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2012. p. 32-44.
- [238] Lippke S, Renneberg B. Theorien und Modelle des Gesundheitsverhaltens. In: Renneberg B, Hammelstein P, editors. *Gesundheitspsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2006. p. 35-60.
- [239] Reuter T, Schwarzer R. Verhalten und Gesundheit. In: Bengel J, Jerusalem M, editors. *Handbuch der Gesundheitspsychologie und Medizinischen Psychologie*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG; 2009. p. 34-45.
- [240] Brandstätter V, Schüler J, Puca RM, Lozo L. Motivation und Emotion: Allgemeine Psychologie für Bachelor. Berlin, Heidelberg: Springer; 2013. Chapter 1, Einführung – Motivation in Alltag, Wissenschaft und Praxis. p. 3-8.
- [241] Nübling R, Muthny FA, Bengel J. Die Bedeutung von Reha-Motivation und Behandlungserwartung für die Praxis der medizinischen Rehabilitation. In: Nübling R, Muthny FA, Bengel J, editors. *Reha-Motivation und Behandlungserwartung*. Bern: Huber; 2006. p. 15-37.
- [242] Nübling R, Kriz D, Herwig J, Wirtz M, Fuchs S, Hafen K, et al. Patientenfragebogen zur Erfassung der Reha-Motivation (PAREMO-20): Kurzmanual [Internet]. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg; 2020 [cited 2020 Jul 17]. Available from: <http://portal.uni-freiburg.de/psychologie/abteilungen/Rehabilitationspsychologie/downloads/assessmentverfahren/>

- [243] Livitckaia K, Koutkias V, Kouidi E, van Gils M, Maglaveras N, Chouvarda I. “OPTImAL”: an ontology for patient adherence modeling in physiscal activity domain. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2019;19(1):92.
- [244] Steiner B, Saalfeld B, Elgert L, Wolf KH, Haux R. OnTARi: an ontology for factors influencing therapy adherence to rehabilitation. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2021 May 11;21:153.
- [245] Corcho O, Fernández-López M, Gómez-Pérez A, López-Cima A. Building Legal Ontologies with METHONTOLOGY and WebODE. In: Benjamins VR, Casanovas P, Breuker J, Gangemi A, editors. *Law and the Semantic Web. Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications.* Berlin, Heidelberg: Springer; 2005. p. 142-157.
- [246] Musen MA. The Protégé project: A look back and a look forward. *AI Matters. ACM SIGAI.* 2015;1(4).
- [247] El-Sappagh S, Kwak D, Ali F, Kwak KS. DMT0: a realistic ontology for standard diabetes mellitus treatment. *J Biomed Semantics.* 2018;9:8.
- [248] Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). ICF-Praxisleitfaden 1: Zugang zu Rehabilitation [Internet]. Frankfurt am Main: BAR; 2015 [cited 2020 Aug 06]. Available from: https://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/_papierkorb/PLICF1.web.pdf
- [249] Hafen K. Entwicklung eines Patientenfragebogens zur Erfassung der Reha-Motivation [dissertation]. [Freiburg]: Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.; 2002. 484 p.
- [250] Patterson TL, Mausbach BT. Measurement of Functional Capacity: A New Approach to Understanding Functional Differences and Real-world Behavioral Adaptation in Those with Mental Illness. *Annu Rev Clin Psychol.* 2010; 6:139-154.
- [251] Fisher GG, Chacon M, Chaffee DS. Theories of Cognitive Aging and Work. In: Baltes BB, Rudolph CW, Zacher H, editors. *Work Across the Lifespan.* Cambridge: Academic Press; 2019. p. 17-45.
- [252] Steinmann H, Schreyögg G. Management. Grundlagen der Unternehmensführung. Konzepte – Funktionen – Fallstudien. Wiesbaden: Gabler; 2005.
- [253] Schubert FZ, Knecht A. Ressourcen - Merkmale, Theorien und Konzeptionen im Überblick: eine Übersicht über Ressourcenansätze in Soziologie, Psychologie und Sozialpolitik. Mannheim: GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften; 2015. Chapter 2, Ressourcentaxonomie. p. 7-10.
- [254] Fahad M, Qadir MA. A Framework for Ontology Evaluation. In: Eklund PW, Haemmerlé O, editors. *Supplementary Proceedings of the 16th International Conference on Conceptual Structures.* Berlin, Heidelberg: Springer; 2008.
- [255] Obrst L, Ashpole B, Ceusters W, Mani I, Ray S, Smith B. The Evaluation of Ontologies. Toward Improved Semantic Interoperability. In: Baker C, Cheung KH, editors. *Semantic Web: Revolutionizing Knowledge Discovery in the Life Sciences.* New York: Springer US; 2006. p.139-158.
- [256] Protégé Wiki [Internet]. California: Stanford University; c2020 [updated 2016 Jan 14; cited 2020 Sept 10]. ELK. Available from: <https://protegewiki.stanford.edu/wiki/ELK>
- [257] Hitzler P, Krötzsch M, Rudolph S, Sure Y. Semantic Web: Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer; 2008. Chapter 6.1, Prädikatenlogische Semantik von OWL. p. 163-172.
- [258] Blohm I, Leimeister JM. Gamification. Gestaltung IT-basierter Zusatzdienstleistungen zur Motivationsunterstützung und Verhaltensänderung. *Wirtschaftsinformatik.* 2013;55:275-278.
- [259] Hunicke R, Leblanc M, Zubek R. MDA: A formal approach to game design and game research. *Proceedings of the Challenges in Games. AAAI-04: Proceedings of the Challenges in Games AI Workshop;* 2004 July 25-29; San Jose, California.

- [260] Reeves B, Read JL. Total Engagement: Using Games and Virtual Worlds to Change the Way People Work and Businesses Compete. Boston: Harvard Business Press; 2009.
- [261] Kapp KM. The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. Hoboken: Wiley; 2012.
- [262] Maslow AH. Motivation and Personality. New Delhi: Prabhat Prakashan; 1981. Chapter 4, A Theory of Human Motivation. p. 35-59.
- [263] Stock-Homburg R. Personalmanagement: Theorien – Konzepte – Instrumente. 2nd ed. Wiesbaden: Gabler; 2010. Chapter 2.2, Verhaltenswissenschaftliche Ansätze.
- [264] Bierhoff HW. Sozialpsychologie: Ein Lehrbuch. Stuttgart: Kohlhammer; 2006. 6th ed. Chapter 6, Entscheidung und Leistung in Gruppen. p. 488-518.
- [265] Blohm I, Leimeister JM. Gamification. Design of IT-Based Enhancing Services for Motivational Support and Behavioral Change. Bus Inf Syst Eng. 2013;5(4):275-278.
- [266] Sailer M, Hense JU, Mayr SK, Mandl H. How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. 2017;69:371-380.
- [267] Peres C. Gamification auf einen Blick [Internet]. Bochum: Ruhr-Universität Bochum; c2017 [cited 2020 Nov 12]. Available from: https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/pluginfile.php/856475/mod_resource/content/4/Spiel-Design-Elemente%20Gamification.pdf . German.
- [268] Shah N, Amirabdollahian F, Basteris A. Designing Motivational Games for Stroke Rehabilitation. HSI: Proceedings of the 7th International Conference on Human System Interactions; 2014 June 16-18; Costa da Caparica, Portugal. IEEE; 2014.
- [269] Lindner C, editor. Avatare. Digitale Sprecher für Business und Marketing. Berlin, Heidelberg: Springer; 2006.
- [270] Gamelearn Team. Einzigartiger Leitfaden, um sich Schritt für Schritt mit der Gamification vertraut zu machen [Internet]. Madrid: Gamelearn. 2017 Jul [cited 2021 Feb 09]. Available from: <https://www.game-learn.com/einzigartiger-leitfaden-um-sich-schritt-fur-schritt-mit-der-gamification-vertraut-zu-machen/>
- [271] Völcker P. Spiele entwickeln für iPhone und iPad: Programmierung, Sound und Sepcial Effects. Heidelberg: dpunkt.verlag; 2012. Chapter 4.3.9, Endgegner und andere Erweiterungen.
- [272] Pfeiffer D. Gamification in Moodle: Lehre im nächsten Level [Diplomarbeit]. Norderstedt: Books on Demand; 2018. Chapter 9.4, Erfolgsfaktoren. p. 143-145.
- [273] Csikszentmihalyi M. Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York: Harper & Row; 1990.
- [274] Hocine N, Gouaïch A. Therapeutic games' difficulty adaptation: An approach based on player's ability and motivation. CGAMES: Proceedings of the 16th International Conference on Computer Games; 2011 Jul 27-30; Louisville, USA. IEEE; 2011.
- [275] Behnke D. Einblick in den Gamification-Methodenkoffer: Spielelemente, Super-Combos & Hidden Content [Internet]. Wuppertal: Daniel Behnke. 2019 Oct [cited 2021 Feb 08]. Available from: <https://digital-spielend-lernen.de/einblick-in-den-gamification-methodenkoffer-spielelemente-super-combos-hidden-content>
- [276] Bharathi AKBG, Singh A, Tucker CS, Nembhard H. Knowledge discovery of game design features by mining user-generated feedback. Comput Hum Behav. 2016;60:361-371.
- [277] Lecturio. Diese 6 Gamification-Elemente führen nicht nur im E-Learning zu mehr Motivation [Internet]. Leipzig: Lecturio GmbH. 2020 Nov [cited 2021 Feb 08]. Available from: <https://www.lecturio.de/magazin/gamification-im-e-learning/>
- [278] Niantic, Inc. Pokémon Go. v0.199.0 [software]. 2021 Feb 02 [cited 2021 Feb 12]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticlabs.pokemongo>

- [279] Playrix. Homescapes. v4.3.2 [software]. 2021 Jan 28 [cited 2021 Feb 08]. Available from: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playrix.homescapes>
- [280] Pfeffermind. Digital Storytelling: Von der Geschichte zur Gamification [blog on the Internet]. Berlin: Pfeffermind Consulting GmbH. 2019 Apr [modified 2020 Jun 08; cited 2021 Feb 08]. Available from: <https://pfeffermind.de/digital-storytelling/>
- [281] Gwosdz F, Höger K, Dobbstein T. Reales Geld für virtuelle Güter. *planung&analyse*. 2016;6.
- [282] Hamari J, Tuunanen J. Player Types: A Meta-synthesis. *Transactions of the Digital Games Research Association*. 2014;1(2):29-53.
- [283] Statista [Internet]. Hamburg: Statista GmbH; c2021 [cited 2021 Feb 17]. Anteil der Computer- und Videospieler in Deutschland im Jahr 2020 nach Geschlecht. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/315920/umfrage/anteil-der-computerspieler-in-deutschland-nach-geschlecht/>
- [284] Statista [Internet]. Hamburg: Statista; c2021 [cited 2021 Feb 17]. Frauen und Männer in Deutschland nach Häufigkeit des Spielens von Video-/ Computerspielen im Jahr 2020. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/828207/umfrage/umfrage-unter-frauen-und-maennern-zur-haeufigkeit-des-spielens-von-computerspielen/>
- [285] Statista [Internet]. Hamburg: Statista GmbH; c2021 [cited 2021 Feb 17]. Anteil der Computer- und Videospieler in verschiedenen Altersgruppen in Deutschland im Jahr 2020. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/315924/umfrage/anteil-der-computerspieler-in-deutschland-nach-alter/>
- [286] Blocker KA, Wright TJ, Boot WR. Gaming Preferences of Aging Generations. *Geron-technology*. 2014;12(3):174-184.
- [287] Bartle R. Virtual Worlds: Why People Play. In: Alexander T, editor. *Massively Multiplayer Game Development 2*. Hingham: Charles River Media; 2005. p. 3-18.
- [288] erfolgreich-projekte-leiten.de. Vom Problem zum Ziel in 4 Schritten mit Problembaum, Hypothesenbaum, Fragenbaum und Zielbaum [Internet]. Hamburg: Fabian Walter; c2021 [cited 2021 Feb 19; updated 2015 June]. Available from: <https://erfolgreich-projekte-leiten.de/wp-content/uploads/2015/06/Vom-Problem-zum-Ziel-in-4-Schritten.pdf>
- [289] Niermann C. Vom Wollen und Handeln. Selbststeuerung, gesundheitsrelevantes Verhalten und sportliche Aktivität [dissertation]. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; 2010. 309 p.
- [290] betanet.de. Rehabilitation > Phasen A-F [Internet]. Augsburg: beta Institut gemeinnützige GmbH; c2003-2021 [cited 2021 Apr 04; updated 2020 Nov 24]. Available from: <https://www.betanet.de/rehabilitation-phasen.html>
- [291] Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), editors. Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische KHK – Langfassung [Internet]. 5th ed. Berlin: AWMF; 2019 [cited 2021 Apr 07]. Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/nvl-004l_S3_KHK_2019-04.pdf
- [292] Ortmann H. 4-Phasen-Konzept. *VPTMAGAZIN*. 2016;8:14-15.
- [293] Vermeulen HM, Schuitemaker R, Hekman KMC, Burg DH van der, Struyf F. Die SNN Handlungsempfehlung Frozen Shoulder für Physiotherapeuten 2017 [Internet]. Wolfsburg: Schulternetzwerk Deutschland. 2021 [cited 2021 Apr 07; updated 2017 Aug]. Available from: <http://schulternetzwerk.de/Handlungsempfehlung-frozen-shoulder>
- [294] Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie. Konservative Behandlung Frozen Shoulder (adhäsive Kapsulitis) [Internet]. Marburg: Universitätsklinikum Giessen und Marburg GmbH; 2008 [cited 2021 Apr 07]. Available from: https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_uch/PDF/NB_Kons-Behandlung.pdf

- [295] Brakemeier A. Analyse und Formalisierung von Rehabilitationsprozessen am Beispiel der Frozen Shoulder [master thesis]. Leipzig: Universität Leipzig; c2021. Chapter 3, Analyse des Rehabilitationsprozesses; p. 11-44. German.
- [296] Meis J, Menschner P, Leimeister JM. Modellierung von Dienstleistungen mittels Business Service Blueprinting Modeling. In: Thomas O, Nüttgens M, editors. Dienstleistungsmodellierung 2010. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2010. p. 39-64.
- [297] Morschheuser B, Hrach C, Alt R, Lefanczyk C. Gamifizierung mit BPMN. HMD. 2015;52:840-850.
- [298] Von Kutzleben M. Pflegende Angehörige von Menschen mit Demenz – Navigation durch ein fragmentiertes Versorgungssystem. In: Bartholomeyczik S, Albers B, editors. Versorgungsstrategien für Menschen mit Demenz – von der Fragmentierung zur Vernetzung!? Tagungsband der 2. DZNE Jahrestagung; 2012 Oct 10; Witten, Germany. Witten: Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e.V. (DZNE) Standort Witten; 2013.
- [299] Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde, Deutsche Gesellschaft für Neurologie, editors. S3-Leitlinie Demenzen. Berlin, Heidelberg: Springer; 2017.
- [300] Geldermann J, Lerche N. Leitfaden zur Anwendung von Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung [Internet]. Göttingen: Georg-August-Universität Göttingen; c2017 [cited 2020 Dec 01; updated 2014 Jan]. Chapter 3, Durchführung von MCDA-Methoden - Umsetzung in der Praxis. p. 15-52. Available from: <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/285813337d59201d34806cfc48dae518-en.pdf/MCDA-Leitfaden-PROMETHEE.pdf>
- [301] Puppe F. Einführung in Expertensysteme. Berlin, Heidelberg: Springer; 1988. Chapter 2, Methodik und Architektur. p. 9-14.
- [302] Berges I, Antón D, Bermúdez J, Goni A, Illarramendi A. TrhOnt: building an ontology to assist rehabilitation processes. J Biomed Semantics. 2016 Oct 4;7(1):60.
- [303] Button K, van Deursen RW, Soldatova L, Spasić I. TRAK ontology: defining standard care for the rehabilitation of knee conditions. J Biomed Inform. 2013 Aug;46(4):615-25.
- [304] Winter A, Brigl B, Funkat G, Häber A, Heller O, Wendt T. 3LGM²-Modeling to support management of health information systems. Int J Med Inform. 2007;76:145-150.
- [305] Winter A et al. Health Information Systems. A holistic technology and management perspective. Cham: Springer Nature. Chapter 3.6, Logical Tool Layer: Interoperability. (In Vorbereitung)
- [306] Steiner B, Elgert L, Saalfeld B, Schwartz J, Borrmann HP, Kobelt-Pönicke A, et al. Health-Enabling Technologies for Telerehabilitation of the Shoulder: A Feasibility and User Acceptance Study. Methods Inf Med. 2020;59(S 02):e90-e99.
- [307] Steiner B, Elgert L, Haux R, Wolf KH. The AGT-Reha-WK study: protocol for a non-inferiority trial comparing the efficacy and costs of home-based telerehabilitation for shoulder diseases with medical exercise therapy. BMJ Open. 2020;10:e036881.
- [308] Deutsche Rentenversicherung, editor. Anforderungen an Tele-Reha-Nachsorge. Anlage 3 zum Rahmenkonzept zur Nachsorge medizinischer Rehabilitation [Internet]. Berlin: Deutsche Rentenversicherung; 2018 Jan 02 [cited 2021 May 02]. Available from: https://www.deutsche-rentenversicherung.de/SharedDocs/Downloads/DE/Experten/infos_reha_einrichtungen/nachsorge/nachsorge_tele_reha.pdf
- [309] Statista [Internet]. Hamburg: Statista GmbH; c2020 [cited 2021 May 06]. Anteil der wichtigsten Einzeldiagnosen an allen Arbeitsunfähigkeitstagen im Jahr 2019 nach Geschlecht. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/254444/umfrage/arbeitsunfaehigkeitstage--wichtigste-einzeldiagnosen-nach-geschlecht/>

- [310] SPENDID RESEARCH [Internet]. Hamburg: SPENDID RESEARCH GmbH; c2021 [cited 2021 May 06]. Studie: Gaming – Männer mögen Sportspiele, Frauen puzzeln lieber. Available from: <https://www.splendid-research.com/de/statistiken/item/studie-gaming-maenner-frauen-sportspiele-puzzle.html>
- [311] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), editor. Leitfaden Evaluation [Internet]. Berlin: BMEL; 2017 Oct [cited 2021 May 05]. Available from: https://www.in-form.de/fileadmin/Dokumente/Materialien/IN_FORM_Leitfaden_Evaluation.pdf

Anhang

Anhang 1: Scoping Review und App-Recherche.....	185
Anhang 1.1: Suchstrings des Scoping Reviews	185
Anhang 1.2: Codebaum des Scoping Reviews	187
Anhang 1.3: MARS-Auswertung der App-Recherche	188
Anhang 1.4: Apps der Kategorie „anwendbar“	191
Anhang 2: Design-Prinzipien für Digitale Gesundheitsanwendungen.....	193
Anhang 3: Spiel-Design-Elemente und ihre mögliche Wirkung.....	195
Anhang 3.1: Spiele-Komponenten und ihre Wirkung	195
Anhang 3.2: Lösungsansätze zur Adressierung von Adhärenzfaktoren (Zielbäume).....	201
Anhang 4: Anwendungsleitfaden zu GISMOR	213

Anhang 1: Scoping Review und App-Recherche

Anhang 1.1: Suchstrings des Scoping Reviews

Für alle Suchstrings gilt folgende Farbkodierung:

- Orange = Suchblock 'Schulter'
- Blau = Suchblock 'Rehabilitation'
- Gelb = Suchblock 'Technik'
- Grün = Suchblock 'Ausschluss im Titel'

```
((„upper extremity“[MeSH Terms] OR „upper extremity“[Title/Abstract] OR „upper limb“[Title/Abstract]
OR shoulder[Title/Abstract] OR glenohumeral[Title/Abstract]) AND
(rehabilitation[MeSH Terms] OR rehabilitation[Title/Abstract] OR „exercise therapy“[Title/Abstract] OR
„self-management“[Title/Abstract] OR physiotherapy[Title/Abstract] OR „physical therapy“[Title/Abstract]
OR exercise[MeSH Terms] OR exercise*[Title/Abstract] OR „pain management“[MeSH Terms] OR „pain
management“[Title/Abstract] OR „drug therapy“[MeSH Terms] OR „Hyperthermia, Induced“[MeSH
Terms] OR „Social Change“[MeSH Terms] OR „psychological treatment“[Title/Abstract] OR „social
work“[MeSH Terms] OR „Patient Care Planning“[MeSH Terms] OR „Patient Care Planning“[Title/Abstract]
OR „Preoperative Care“[MeSH Terms] OR „Preoperative Care“[Title/Abstract] OR „Postoperative
Care“[MeSH Terms] OR „Postoperative Care“[Title/Abstract] OR „therapy, computer-assisted“[MeSH
Terms] OR „computer-assisted therapy“[Title/Abstract] OR „technology-assisted therapy“[Title/Abstract]
OR „disease management“[MeSH terms] OR „disease management“[Title/Abstract] OR „patient path-
way“[Title/Abstract] OR „treatment pathway“[Title/Abstract] OR „Patient Education as Topic“[MeSH
terms] OR „patient education“[Title/Abstract]) AND
(game* OR gami* OR exergam*[Title/Abstract] OR „serious game“[Title/Abstract] OR „video games“[MeSH
Terms] OR virtual[Title/Abstract] OR „augmented reality“[Title/Abstract]) NOT
(stroke[Title] OR amputee*[Title] OR „multiple sclerosis“[Title] OR neuroreha*[Title] OR Orthos*[Title]
OR paresis[Title] OR parkinson*[Title] OR „phantom limb pain“[Title] OR prosth*[Title] OR spastic[Title]
OR „spinal cord“[Title] OR tetraplegi*[Title]))
```

Abbildung A-1: Suchstring gemäß PubMed-Syntax

```
((TITLE-ABS-KEY("upper extremity") OR TITLE-ABS("upper limb") OR TITLE-ABS(shoulder) OR TITLE-
ABS(glenohumeral)) AND
(TITLE-ABS-KEY(rehabilitation) OR TITLE-ABS("exercise therapy") OR TITLE-ABS("self-management")
OR TITLE-ABS(physiotherapy) OR TITLE-ABS("physical therapy") OR TITLE-ABS-KEY(exercise*) OR TI-
TLE-ABS-KEY("pain management") OR KEY("drug therapy") OR KEY("Hyperthermia, Induced") OR
KEY("Social Change") OR TITLE-ABS("psychological treatment") OR KEY("social work") OR TITLE-ABS-
KEY("Patient Care Planning") OR TITLE-ABS-KEY("Preoperative Care") OR TITLE-ABS-KEY("Postoperative
Care") OR TITLE-ABS-KEY("computer-assisted therapy") OR TITLE-ABS("technology-assisted therapy")
OR TITLE-ABS-KEY("disease management") OR TITLE-ABS("patient pathway") OR TITLE-ABS("treatment
pathway") OR KEY("Patient Education as Topic") OR TITLE-ABS-KEY("patient education")) AND
(game* OR gami* OR TITLE-ABS(exergam*) OR TITLE-ABS("serious game") OR KEY("video game*") OR
TITLE-ABS(virtual) OR TITLE-ABS("augmented reality")) AND NOT
(TITLE(stroke) OR TITLE(amputee*) OR TITLE("multiple sclerosis") OR TITLE(neuroreha*) OR TITLE(Or-
thos*) OR TITLE(paresis) OR TITLE(parkinson*) OR TITLE("phantom limb pain") OR TITLE(prosth*) OR
TITLE(spastic) OR TITLE("spinal cord") OR TITLE(tetraplegi*)) AND
(LIMIT-TO(DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE,"cp") OR LIMIT-TO(DOCTYPE,"re") OR LIMIT-
TO(DOCTYPE,"sh")))
```

Abbildung A-2: Suchstring gemäß Scopus-Syntax

```
((("Mesh_Terms": "upper extremity" OR "Document Title": "upper extremity" OR "Document Title": "upper limb" OR "Document Title": "shoulder" OR "Document Title": "glenohumeral") AND
("Mesh_Terms": "rehabilitation" OR "Document Title": "rehabilitation" OR "Document Title": "exercise therapy" OR "Document Title": "self-management" OR "Document Title": "physiotherapy" OR "Document Title": "physical therapy" OR "Mesh_Terms": "exercise" OR "Document Title": "exercise*" OR "Mesh_Terms": "pain management" OR "Document Title": "pain management" OR "Mesh_Terms": "drug therapy" OR "Mesh_Terms": "Hyperthermia, Induced" OR "Mesh_Terms": "Social Change" OR "Document Title": "psychological treatment" OR "Mesh_Terms": "social work" OR "Mesh_Terms": "Patient Care Planning" OR "Document Title": "Patient Care Planning" OR "Mesh_Terms": "Preoperative Care" OR "Document Title": "Preoperative Care" OR "Mesh_Terms": "Postoperative Care" OR "Document Title": "Postoperative Care" OR "Document Title": "computer-assisted therapy" OR "Document Title": "technology-assisted therapy" OR "Mesh_Terms": "disease management" OR "Document Title": "disease management" OR "Document Title": "patient pathway" OR "Document Title": "treatment pathway" OR "Mesh_Terms": "Patient Education as Topic" OR "Document Title": "patient education") AND
(game* OR gami* OR "Document Title": "exergam*" OR "Document Title": "serious game" OR "Mesh_Terms": "video games" OR "Document Title": "virtual" OR "Document Title": "augmented reality"))
```

Abbildung A-3: Suche in Full Text & Metadata (Document Title) gemäß IEEE Xplore-Syntax

```
((("Mesh_Terms": "upper extremity" OR "Abstract": "upper extremity" OR "Abstract": "upper limb" OR "Abstract": "shoulder" OR "Abstract": "glenohumeral") AND
("Mesh_Terms": "rehabilitation" OR "Abstract": "rehabilitation" OR "Abstract": "exercise therapy" OR "Abstract": "self-management" OR "Abstract": "physiotherapy" OR "Abstract": "physical therapy" OR "Mesh_Terms": "exercise" OR "Abstract": "exercise*" OR "Mesh_Terms": "pain management" OR "Abstract": "pain management" OR "Mesh_Terms": "drug therapy" OR "Mesh_Terms": "Hyperthermia, Induced" OR "Mesh_Terms": "Social Change" OR "Abstract": "psychological treatment" OR "Mesh_Terms": "social work" OR "Mesh_Terms": "Patient Care Planning" OR "Abstract": "Patient Care Planning" OR "Mesh_Terms": "Preoperative Care" OR "Abstract": "Preoperative Care" OR "Mesh_Terms": "Postoperative Care" OR "Abstract": "Postoperative Care" OR "Abstract": "computer-assisted therapy" OR "Abstract": "technology-assisted therapy" OR "Mesh_Terms": "disease management" OR "Abstract": "disease management" OR "Abstract": "patient pathway" OR "Abstract": "treatment pathway" OR "Mesh_Terms": "Patient Education as Topic" OR "Abstract": "patient education") AND
(game* OR gami* OR "Abstract": "exergam*" OR "Abstract": "serious game" OR "Mesh_Terms": "video games" OR "Abstract": "virtual" OR "Abstract": "augmented reality"))
```

Abbildung A-4: Suche in Full Text & Metadata (Abstract) gemäß IEEE Xplore-Syntax

```
((("Mesh_Terms": "upper extremity" OR "Index Terms": "upper extremity" OR "Index Terms": "upper limb" OR "Index Terms": "shoulder" OR "Index Terms": "glenohumeral") AND
("Mesh_Terms": "rehabilitation" OR "Index Terms": "rehabilitation" OR "Index Terms": "exercise therapy" OR "Index Terms": "self-management" OR "Index Terms": "physiotherapy" OR "Index Terms": "physical therapy" OR "Mesh_Terms": "exercise" OR "Index Terms": "exercise*" OR "Mesh_Terms": "pain management" OR "Index Terms": "pain management" OR "Mesh_Terms": "drug therapy" OR "Mesh_Terms": "Hyperthermia, Induced" OR "Mesh_Terms": "Social Change" OR "Index Terms": "psychological treatment" OR "Mesh_Terms": "social work" OR "Mesh_Terms": "Patient Care Planning" OR "Index Terms": "Patient Care Planning" OR "Mesh_Terms": "Preoperative Care" OR "Index Terms": "Preoperative Care" OR "Mesh_Terms": "Postoperative Care" OR "Index Terms": "Postoperative Care" OR "Index Terms": "computer-assisted therapy" OR "Index Terms": "technology-assisted therapy" OR "Mesh_Terms": "disease management" OR "Index Terms": "disease management" OR "Index Terms": "patient pathway" OR "Index Terms": "treatment pathway" OR "Mesh_Terms": "Patient Education as Topic" OR "Index Terms": "patient education") AND
(game* OR gami* OR "Index Terms": "exergam*" OR "Index Terms": "serious game" OR "Mesh_Terms": "video games" OR "Index Terms": "virtual" OR "Index Terms": "augmented reality"))
```

Abbildung A-5: Suche in Full Text & Metadata (Indexing Term) gemäß IEEE Xplore-Syntax

Anhang 1.2: Codebaum des Scoping Reviews

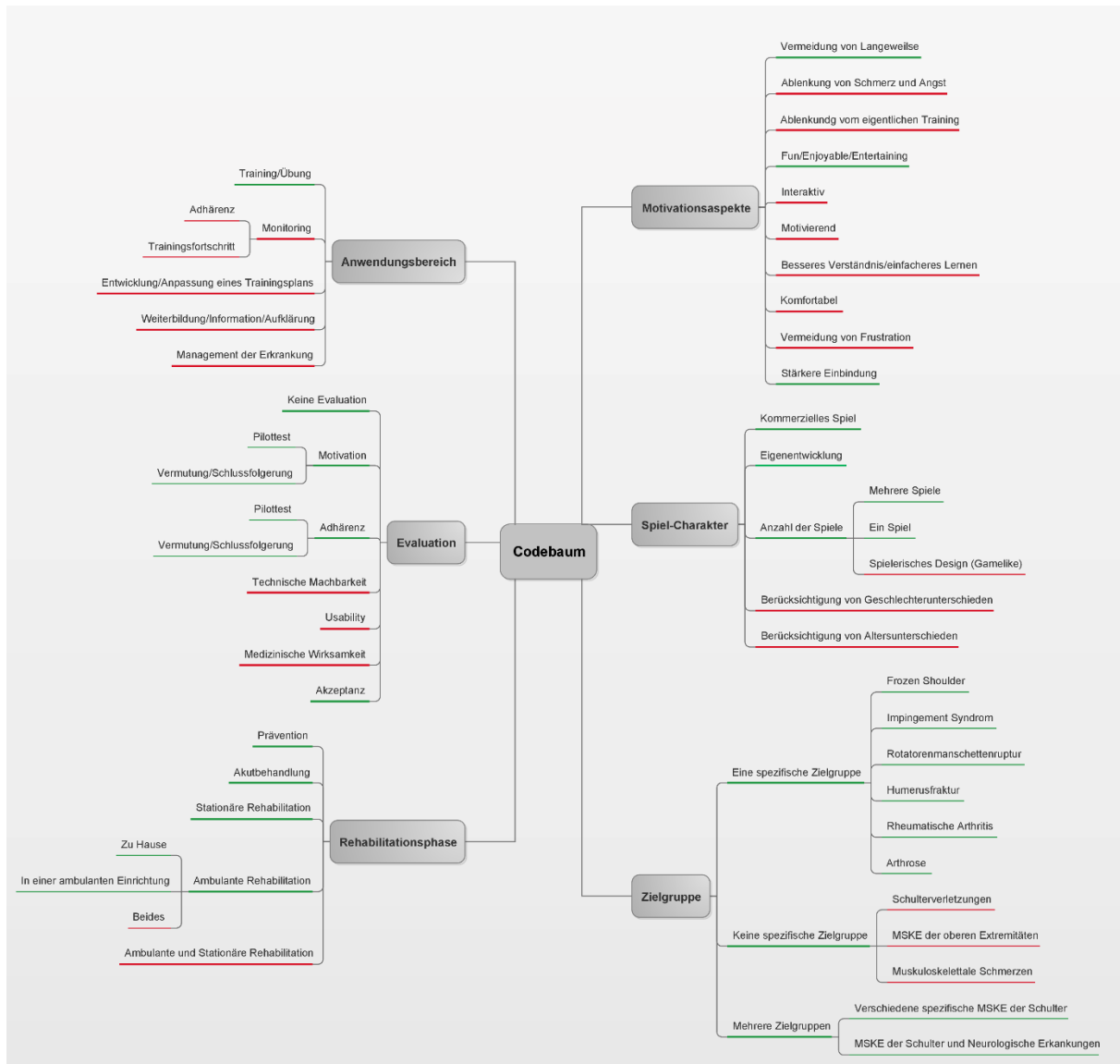


Abbildung A-6: Codebaum (grün=deduktiv gebildete Kategorien; rot=induktiv gebildete Kategorien)

Anhang 1.3: MARS-Auswertung der App-Recherche

Tabelle A-1: Bewertung der eingeschlossenen Apps nach MARS-Dimensionen

App-ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15	16	17	18	19	20	21	22
Fragen ID																							
Engagement																							
1	2	2	1,5	1	1	1	N/A	3	2	2	4	1	1,5		N/A	4	2	3	4	1	N/A	N/A	1
2	3,5	3	2	2	2,5	2	N/A	4	2	2	3,5	2	3		N/A	4	2	4	4	2	N/A	N/A	2
3	1	3	1	1	1	1	N/A	1	1	1	2,5	1	1		N/A	1	3	1	1	1	N/A	N/A	1
4	1	3	1	1	1	1	N/A	2	1	1	4	1	1		N/A	3	3	4	1	1	N/A	N/A	1
5	5	3	3,5	3	3	3	N/A	5	3	3	4		4		N/A	5	3,5	5	5	3	N/A	N/A	1,5
Durchschnitt	2,5	2,8	1,8	1,6	1,7	1,6	N/A	3	1,8	1,8	3,6	1,3	2,1		N/A	3,4	2,7	3,4	3	1,6	N/A	N/A	1,3
Funktionalität																							
6	5	3,5	5	5	3	5	N/A	4	3	3	3	1,5	4		N/A	5	3	5	5	2	N/A	N/A	5
7	5	3	5	5	4	4	N/A	4	4	4	3	3	4		N/A	3	3	5	5	5	N/A	N/A	5
8	4	3	5	5	5	5	N/A	5	3	3	3	3	4		N/A	3,5	2,5	5	5	5	N/A	N/A	3
9	5	4,5	5	5	5	5	N/A	5	4	4	5	3	5		N/A	5	5	5	5	5	N/A	N/A	5
Durchschnitt	4,8	3,5	5	5	4,3	4,8	N/A	4,5	3,5	3,5	3,5	2,6	4,3		N/A	4,1	3,4	5	5	4,3	N/A	N/A	4,5
Ästhetik																							
10	3,5	3	4	4	3	3	N/A	3,5	4	4	4	3	5		N/A	4	3	5	5	2,5	N/A	N/A	3
11	4	3	3	1	3,5	2,5	N/A	3,5	3	3	4	3	4		N/A	5	2	5	5	3	N/A	N/A	3
12	3	3	2	2	3	2,5	N/A	4	2,5	2,5	4	1,5	3		N/A	5	2	5	5	1,5	N/A	N/A	2
Durchschnitt	3,5	3	3	2,3	3,2	2,7	N/A	3,7	3,2	3,2	4	2,5	4		N/A	4,7	2,3	5	5	2,3	N/A	N/A	2,7
Informationsqualität																							
13	4	2	4	4	5	3	N/A	5	1	3	5	4	2		N/A	5	2	5	5	1	N/A	N/A	3
14	5	3,5	3,5	0	0	3	N/A	3	0	2	4	0	0		N/A	5	0	3	4	0	N/A	N/A	0
15	5	3	3	3	3	3	N/A	5	3	3	4	2,5	5		N/A	5	3	5	5	3	N/A	N/A	3
16	4	3	4,5	3	3	3	N/A	5	3	3	4	4	4		N/A	5	4	5	5	2	N/A	N/A	2,5
17	4	3	2	3	3	3	N/A	4	4	4	4	0	0		N/A	5	3	0	5	1	N/A	N/A	3
18	2,5	2	2	1	1	1	N/A	3	1	1	N/A	2	1		N/A	4	3	3	4	1	N/A	N/A	1
19	0	0	0	0	0	0	N/A	0	0	0	N/A	0	0		N/A	0	0	3	3	0	N/A	N/A	0
Durchschnitt	4,1	2,8	3,2	2,8	3,0	2,7	N/A	4,2	2,4	2,7	4,2	3,1	3,0		N/A	4,8	3,0	4,0	4,4	1,6	N/A	N/A	2,5
Subjektive Qualität																							
20	3	2	1,5	2	2	1,5	N/A	4	2	2	3,5	1	3		N/A	4	2,5	4	5	1	N/A	N/A	1
21	3	1	1	1	3	2	N/A	4,5	2	2	4	1	3		N/A	5	4	2	5	1	N/A	N/A	2
22	1	1	1	1	1	1	N/A	3	1	1	2	1	1		N/A	3	1	3	3	1	N/A	N/A	1
23	3,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	N/A	3,5	2	2	3,5	1	3		N/A	4,5	3	4	5	1	N/A	N/A	1
Durchschnitt	2,63	1,63	1,25	1,38	1,88	1,50	N/A	3,75	1,75	1,75	3,25	1,00	2,50		N/A	4,13	2,63	3,25	4,50	1,00	N/A	N/A	1,25
Gesamtbewertung	3,72	3,01	3,24	2,93	3,05	2,94	N/A	3,84	2,73	2,79	3,83	2,38	3,35		N/A	4,26	2,85	4,35	4,36	2,45	N/A	N/A	2,75

Fortsetzung Tabelle A-1: Bewertung der eingeschlossenen Apps nach MARS-Dimensionen

App-ID	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Fragen ID																						
<i>Engagement</i>																						
1	2	N/A	4	N/A	N/A	2	3	N/A	2	2	1	3	1	2	2	1	4	2	N/A	1	2	1
2	2	N/A	4	N/A	N/A	3	3	N/A	2,5	3	1	4,5	2	3	2,5	2	4	3	N/A	4	3,5	1
3	2	N/A	1	N/A	N/A	1	4	N/A	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	N/A	1	4	1
4	1	N/A	4	N/A	N/A	3	3	N/A	1	1	3	1	1	1	1	3	5	3,5	N/A	1	4	3
5	4	N/A	4	N/A	N/A	3	3	N/A	3	4	2	5	3	3	3	2,5	4,5	3,5	N/A	4	5	3
Durchschnitt	2,2	N/A	3,4	N/A	N/A	2,4	3,2	N/A	1,9	2,2	1,6	2,9	1,6	2	1,9	1,9	4,1	3	N/A	2,2	3,7	1,8
<i>Funktionalität</i>																						
6	4	N/A	5	N/A	N/A	3,5	5	N/A	5	3	3	5	5	5	2	5	4	5	N/A	5	5	1
7	3	N/A	4	N/A	N/A	4	3	N/A	5	4	2	5	5	5	4	5	4	5	N/A	3,5	5	5
8	2	N/A	4	N/A	N/A	3	2,5	N/A	3	3	2	5	4	3,5	2,5	4	4	4,5	N/A	3,5	4	3,5
9	3	N/A	5	N/A	N/A	5	5	N/A	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	N/A	3	5	5
Durchschnitt	3	N/A	4,5	N/A	N/A	3,9	3,9	N/A	4,5	3,5	2,5	5	4,8	4,6	3,4	4,8	4,3	4,9	N/A	3,8	4,8	3,6
<i>Ästhetik</i>																						
10	3	N/A	5	N/A	N/A	4	3	N/A	3	3,5	4	4	3	4	3	3	5	3,5	N/A	5	4	3
11	4	N/A	5	N/A	N/A	2	3	N/A	2	3,5	4	5	4	3	5	5	5	3,5	N/A	5	3,5	2
12	4	N/A	5	N/A	N/A	3	3	N/A	2	3,5	4	4,5	3	3	3,5	3	5	3,5	N/A	3,5	3	2
Durchschnitt	3,7	N/A	5	N/A	N/A	3	3	N/A	2,3	3,5	4	4,5	3,3	3,3	3,8	3,7	5	3,5	N/A	4,5	3,5	2,3
<i>Informationsqualität</i>																						
13	5	N/A	3	N/A	N/A	3	4	N/A	3,5	3,5	5	4	3,5	1	3	3	5	3,5	N/A	1	3,5	1
14	0	N/A	4	N/A	N/A	2	2,5	N/A	0	0	2	3,5	2,5	0	2	1	4	0	N/A	3	0	2
15	5	N/A	5	N/A	N/A	3	4	N/A	3	0	0	5	3,5	3	3	0	0	0	N/A	4	0	0
16	3	N/A	4,5	N/A	N/A	4	4	N/A	4	4	0	3	4	2	3	0	0	0	N/A	4	0	1
17	3	N/A	5	N/A	N/A	1	3	N/A	4	0	0	5	1	0	0	0	0	0	N/A	0	0	0
18	3	N/A	4	N/A	N/A	2	2	N/A	1	2	3	3	3	1	2	3	3	3	N/A	1	1	2
19	0	N/A	3	N/A	N/A	0	0	N/A	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	N/A	0	0	0
Durchschnitt	3,8	N/A	4,1	N/A	N/A	2,5	3,3	N/A	3,1	3,2	3,3	3,9	2,9	1,8	2,6	2,3	3,8	3,3	N/A	2,6	2,3	1,5
<i>Subjektive Qualität</i>																						
20	2,5	N/A	4,5	N/A	N/A	2	3	N/A	1,5	3	1	4,5	2	2	2	1	4	2	N/A	3	3	1
21	3	N/A	5	N/A	N/A	3	4	N/A	2	3,5	2	4	2	2	2	1	5	2	N/A	2,5	3	1
22	1	N/A	3	N/A	N/A	1	1	N/A	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	N/A	1	1	1
23	3	N/A	4,5	N/A	N/A	2,5	3	N/A	1,5	3,5	1,5	4,5	1,5	2,5	2	1	5	2,5	N/A	3	3	1
Durchschnitt	2,38	N/A	4,25	N/A	N/A	2,13	2,75	N/A	1,50	2,75	1,38	4,00	1,63	1,88	1,75	1,00	4,25	1,88	N/A	2,38	2,50	1,00
Gesamtbewertung	3,18	N/A	4,24	N/A	N/A	2,95	3,34	N/A	2,95	3,09	2,86	4,08	3,15	2,91	2,93	3,18	4,29	3,66	N/A	3,28	3,56	2,30

Fortsetzung Tabelle A-1: Bewertung der eingeschlossenen Apps nach MARS-Dimensionen

App-ID	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Fragen ID																				
<i>Engagement</i>																				
1	1	N/A	4	1	3	1,5	1	2,5	N/A	5	3,5	3	1	N/A	N/A	1	2,5	N/A	1,5	2,5
2	1	N/A	5	2	4	3	2	2	N/A	5	4	4	3	N/A	N/A	1,5	3	N/A	2,5	2,5
3	1	N/A	1	1	1	1	1	3	N/A	3	5	2	2	N/A	N/A	1	1	N/A	1	1
4	3,5	N/A	3	2	3	2	1	3,5	N/A	5	4	1,5	1	N/A	N/A	2	2	N/A	2	1
5	2,5	N/A	5	3	3	3,5	2	3	N/A	5	4	3,5	2	N/A	N/A	2	3,5	N/A	4	3
Durchschnitt	1,8	N/A	3,6	1,8	2,8	2,2	1,4	2,8	N/A	4,6	4,1	2,8	1,8	N/A	N/A	1,5	2,4	N/A	2,2	2
<i>Funktionalität</i>																				
6	5	N/A	3,5	3,5	3,5	5	5	2	N/A	4	3	5	1	N/A	N/A	2	5	N/A	5	5
7	3	N/A	5	4	3	5	5	4	N/A	5	3,5	4,5	3	N/A	N/A	4	5	N/A	4	3,5
8	3,5	N/A	3,5	5	2	3,5	5	3	N/A	5	4	5	1	N/A	N/A	3,5	3	N/A	2,5	4
9	5	N/A	5	4	5	5	5	5	N/A	5	3,5	4	5	N/A	N/A	3,5	5	N/A	5	4
Durchschnitt	4,1	N/A	4,3	4,1	3,4	4,6	5	3,5	N/A	4,8	3,5	4,6	2,5	N/A	N/A	3,3	4,5	N/A	4,1	4,1
<i>Ästhetik</i>																				
10	3,5	N/A	5	3	3,5	3,5	2,5	3	N/A	5	5	4	3	N/A	N/A	3	4	N/A	3	4
11	3	N/A	4	3	5	4	3	2,5	N/A	5	5	4,5	2,5	N/A	N/A	3	4	N/A	3	5
12	3	N/A	3,5	3	4	3	2	3	N/A	5	4,5	4,5	2	N/A	N/A	3	3,5	N/A	3,5	4
Durchschnitt	3,2	N/A	4,2	3	4,2	3,5	2,5	2,8	N/A	5	4,8	4,3	2,5	N/A	N/A	3	3,8	N/A	3,2	4,3
<i>Informationsqualität</i>																				
13	5	N/A	5	3	5	4	2	1	N/A	5	3	5	4	N/A	N/A	2,5	3,5	N/A	5	2
14	5	N/A	4	2,5	4	2,5	1	3	N/A	4	0	4	3,5	N/A	N/A	0	5	N/A	3,5	0
15	0	N/A	4	3	5	0	1	2,5	N/A	5	5	5	4	N/A	N/A	3	0	N/A	3	3
16	0	N/A	5	4	5	0	1	3,5	N/A	5	4,5	3,5	4	N/A	N/A	4	0	N/A	3	2,5
17	0	N/A	5	4	4	0	0	0	N/A	5	5	5	3	N/A	N/A	0	0	N/A	0	4
18	4	N/A	4	1	4	2	2	3	N/A	3,5	4	3	3	N/A	N/A	3	1	N/A	1	2
19	3	N/A	0	0	0	0	0	0	N/A	5	3	0	0	N/A	N/A	0	0	N/A	0	0
Durchschnitt	4,3	N/A	4,5	2,9	4,5	2,8	1,4	2,6	N/A	4,6	4,1	4,3	3,6	N/A	N/A	3,1	3,2	N/A	3,1	2,7
<i>Subjektive Qualität</i>																				
20	2,5	N/A	4,5	1,5	4	2	1	2	N/A	5	4	4	1	N/A	N/A	1	3	N/A	3,5	2
21	2,5	N/A	4	2	4	3	1	2,5	N/A	5	5	3,5	1	N/A	N/A	1	3	N/A	3,5	3
22	1	N/A	3	1	3	1	1	1	N/A	4	3	2	1	N/A	N/A	1	1	N/A	1	1
23	2,5	N/A	4,5	1,5	4	3	1	2,5	N/A	5	4	4	1	N/A	N/A	1	3	N/A	3	2,5
Durchschnitt	2,13	N/A	4,00	1,50	3,75	2,25	1,00	2,00	N/A	4,75	4,00	3,38	1,00	N/A	N/A	1,00	2,50	N/A	2,75	2,13
Gesamtbewertung	3,34	N/A	4,15	2,95	3,73	3,28	2,58	2,93	N/A	4,76	4,12	3,99	2,60	N/A	N/A	2,73	3,47	N/A	3,15	3,28

Anhang 1.4: Apps der Kategorie „anwendbar“

Tabelle A-2: Anwendbare Apps der Google Play Store Analyse

Entwickler	Name	Anwendungsbereich
Uwe Boving	Autogenes Training - Schwere	Alternativmedizin
MEDIAN	MEDIAN App	Information
Elkom Computer	Solequelle Bad Westernkotten	Information
NICE Innovations B.V.	Reha Viersen	Information
Nanz medico GmbH & Co. KG	ZAR PAT	Information
Weisse Liste gemeinnützige GmbH	Weisse Liste - Arzt, Krankenhaus, Gesundheit	Selbst-Management
HealthCom GmbH	Deutsches GesundheitsPortal	Information
Admirable Apps	Arthritis-Behandlung	Information
Surf City Apps	Pain Relief Hypnosis - Chronic Pain Management	Schmerzmanagement
Mukesh Kaushik	Homeopathic Medicines , Homeopathic Treatment	Alternativmedizin
claronext213	Complete body disease information	Information
Goezago	New Massage Traditional Tutorial	Alternativmedizin
Acupressure Guide	Acupressure Points: Self Healing at Home	Alternativmedizin
hillside monk	BrainAural - Brain Waves & Binaural Beat Therapy	Schmerzmanagement
Dr. Young, DAOM, Clinician of Chinese Medical Art	Ear Therapy	Alternativmedizin
Viet Y Dao Bui Quoc Chau	Dienchan Facy Therapy	Alternativmedizin
Medical Apps For Doctors	Basics of Acupressure Massage	Alternativmedizin
Medical Apps For Doctors	Acupressure Point Tips	Alternativmedizin
Stay Fit With Samantha	Schmerztagebuch	Schmerzmanagement
Zeleniak	Pain Relief 2.0	Schmerzmanagement
Fitness For Freedom	Perfect Posture Program	Bewegungstherapie
launchpad Apps World	Yoga Book Hindi योगा सम्पूर्ण गाइड हिन्दी	Alternativmedizin
app3daily	Yoga Guide Hindi - योगा सम्पूर्ण गाइड	Alternativmedizin
Book Developers	Yoga Asanas Daily : Yoga Asana Book & Yoga Guide	Alternativmedizin
IOC	GET SET	Prävention
All Types Applications	300 Important Yoga Tips in Hindi	Alternativmedizin
app3daily	100+ बिमारी और उपाय	Alternativmedizin
Företagsapp	Hot Yoga House	Prävention
Hue Digital LLC	TakeOverPain	Schmerzmanagement
Arun Nijhawan	Remedy - Chronic Pain Relief	Schmerzmanagement
Skillo Apps	Pain Log - Pain Tracker	Schmerzmanagement
Kim Fleckenstein	Get Pain Relief! Chronic Pain	Schmerzmanagement
ETZ.soft	Pain Rating Scales	Assessment
Kunra Technologies	आयुर्वेदिक नुस्खे	Alternativmedizin
Lithium Development	Hindi Yoga Asana Book & Tips - Yogasan Guide 2020	Alternativmedizin
CN4CE, Inc	cliexa-EASE	Schmerzmanagement
App4Life dev	Posture Corrector - Exercises To Improve Posture	Prävention
Manzil Health	Manzil Connect	Selbst-Management
Grünenthal GmbH	Das Schmerztagebuch – Pain Tracer	Schmerzmanagement

Fortsetzung Tabelle A-2: Anwendbare Apps der Google Play Store Analyse

Entwickler	Name	Anwendungsbereich
Grünenthal GmbH	Das Schmerztagebuch – Pain Tracer	Schmerzmanagement
adminapps	Physiotherapie-Übungen	Bewegungstherapie
T-Rehab Ptd Ltd	Home Physio	Bewegungstherapie
tbeapps	Physiotherapie-Übungen	Bewegungstherapie
Stay Fit With Samantha	Körperhaltung verbessern	Prävention
Alberto Sanchez	OrtoTrauma	Information
PT Helper LLC	PT-Helper Pro	Bewegungstherapie
Uwe Boving	Autogenes Training - der Kurs	Alternativmedizin
m.Doc	Kur-Reha BR	Information
ManagingLife	Manage My Pain Pro	Schmerzmanagement
Sanovation AG	Schmerztagebuch CatchMyPain	Schmerzmanagement
smart-Q Softwaresysteme GmbH	schmerzApp	Information
Book Free Apps	Natural Pain Management	Schmerzmanagement
Patient Premier	Pain Scored	Schmerzmanagement
MoxyTech, Inc.	GeoPain @Home	Schmerzmanagement
Built by Doctors World Ltd	Exercise Shoulder Pain	Bewegungstherapie
LCube Solutions	All Shoulder Exercises	Bewegungstherapie
Health App Group	Fizioo - Physiotherapy and Rehabilitation services	Information
Healigo Inc.	Healigo	Selbst-Management
DhadbadatiApps	Physiotherapy guide	Information
App Smile	HOW TO CURE JOINT PAIN	Information
TechMono360	Cupping Therapy And Benefits	Alternativmedizin
Smith & Co Trust	Beat pain - Pain app for everyday health	Schmerzmanagement
isogenii health care private limited	EndoRush - Exercise App for Physios and clients	Prävention
Alif Innovative Solution	Home Remedies & Natural Cures	Alternativmedizin
HindiTreading Apps	हर दर्द का उपचार	Alternativmedizin
MoovBuddy	MoovBuddy - Back, Neck & Shoulder Exercises	Bewegungstherapie
Pain Assist Inc	Yoga & Chakra	Alternativmedizin
App4Life dev	Posture Corrector - Exercises To Improve Posture	Prävention
Wellness Corner Dev	Posture Corrector - Tips to improve your posture	Prävention
Creative Live Apps	Rheumatoid Arthritis Treatment	Information
A to Z Cure	12 Yoga Pose for 200+ Diseases	Alternativmedizin
OHealthApps Studio	Neck & Shoulder Pain Relief Exercises, Stretches	Bewegungstherapie
PumpkinBand9442	iATRO	Diagnostik

Anhang 2: Design-Prinzipien für Digitale Gesundheitsanwendungen

Tabelle A-3: Design-Prinzipien persuasiver Systeme (vollständige Liste) [191], [193]

Prinzipien	Beschreibung
Vereinfachung von Aufgaben	
<i>Reduktion</i>	Unterteilung eines komplexen Verhaltens in einfache Aufgaben.
<i>Tunnelung</i>	Führung des Nutzers durch einen Prozess. Anbieten von Alternativen, ihn auf dem Weg zu begleiten.
<i>Anpassung</i>	Aufbereitung von Informationen entsprechend der potentiellen Bedarfe, Interessen und Persönlichkeiten der Nutzer.
<i>Personalisierung</i>	Bereitstellung personalisierter Inhalte und Dienstleistungen.
<i>Self-Monitoring</i>	Anzeige des Fortschritts und des aktuellen Status eines Nutzers bzgl. der zu erreichenden Ziele.
<i>Simulation</i>	Bereitstellung von Simulationen zum Vergleich zwischen dem aktuellen Status und dem zukünftigen Status (<i>Ursache und Wirkung</i>)
<i>Hilfsmittel</i>	Bereitstellung von (Hilfs-)Mitteln zum Erlernen eines Verhaltens.
<i>Ähnlichkeit</i>	Imitierung des Nutzers, damit sich dieser mit dem System identifizieren kann; bspw. durch Verwendung einer gemeinsamen Sprache.
Benutzerfreundlichkeit	
<i>Erinnerungen</i>	Bereitstellung von Erinnerungen zur Durchführung eines bestimmten Verhaltens.
<i>Vorschläge</i>	Bereitstellung passender Ratschläge und Alternativen.
<i>Kontrolle/Freiheit</i>	Herstellen einer Balance zwischen der Autonomie eines Nutzers und der Kontrolle durch die Anwendung (Proaktivität).
<i>Gefallen</i>	Bereitstellung eines ansprechenden visuellen Designs.
Zuverlässigkeit	
<i>Vertrauenswürdigkeit</i>	Bereitstellung von Informationen, die angemessen, objektiv und wahrheitsgemäß sind.
<i>Fachwissen</i>	Bereitstellung von Informationen, die Wissen, Erfahrung und Kompetenz vermitteln.
<i>Zuverlässigkeit der Oberfläche</i>	Bereitstellung einer professionellen Benutzeroberfläche.
<i>Realitätsnähe</i>	Bereitstellung von Informationen zur Organisation/Personen hinter dem Inhalt und den Dienstleistungen einer Anwendung (Impressum).
<i>Autorität</i>	Verwendung von Autoritäten in einem bestimmten Fachgebiet; bspw. durch Zitieren der WHO.
<i>Hinweise auf Drittanbieter</i>	Verwendung von und Hinweise auf renommierte Drittanbieter; bspw. durch Gütesiegel.
<i>Überprüfbarkeit</i>	Bereitstellung von einfachen Möglichkeiten zur Verifikation des Inhalts; bspw. über externe Links.

Fortsetzung Tabelle A-3: Design-Prinzipien persuasiver Systeme (vollständige Liste) [191], [193]

Prinzipien	Beschreibung
Sozialer Einfluss	
<i>Soziales Lernen</i>	Möglichkeit zur 'Beobachtung' anderer bei der Ausführung eines angestrebten Verhaltens.
<i>Sozialer Vergleich</i>	Möglichkeit zum Vergleich der Leistungen eines Nutzers mit den Leistungen anderer Nutzer.
<i>Normativer Einfluss</i>	Einsatz von normativen Einflüssen oder Gruppenzwang zum Auslösen eines Verhaltens.
<i>Soziale Förderung</i>	Bereitstellung von Informationen, dass andere Nutzer das gleiche Verhalten haben bzw. anstreben.
<i>Kooperation</i>	Bereitstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Nutzern.
<i>Wettkampf</i>	Bereitstellung von Möglichkeiten, um mit anderen Nutzern im Wettkampf zu stehen.
<i>Anerkennung</i>	Bereitstellung öffentlicher Anerkennung (Einzelperson oder Team).
<i>Einbindung</i>	Bereitstellung von Möglichkeiten zur Anpassung des Designs durch den Nutzer.
<i>Lob</i>	Einsatz von Worten, Bildern oder Geräuschen um Lob für ein bestimmtes Verhalten auszudrücken (Feedback).
<i>Belohnungen</i>	Bereitstellung von (virtuellen) Belohnungen für das Erreichen bzw. Durchführen eines Zielverhaltens.
<i>Soziale Rolle</i>	Einnehmen einer sozialen Rolle (auch System selbst).
Ethik	
<i>Datenschutz</i>	Das Verhalten der Nutzer ist vertraulich zu behandeln.
<i>Benevolenz</i>	Das Wohlbefinden der Nutzer sollte stets im Vordergrund stehen. Dafür sind u. a. die mentale und physische Gesundheit der Nutzer zu berücksichtigen.
<i>Verantwortung</i>	Übernehmen der Haftung für alle begründeten Prognoseergebnisse.
<i>Design-Motivation</i>	Offenlegung der Intention, Motivation und angestrebten Ergebnisse des Designs.

Anhang 3: Spiel-Design-Elemente und ihre mögliche Wirkung

Anhang 3.1: Spiele-Komponenten und ihre Wirkung

Tabelle A-4: Spiele-Komponenten und ihre zugrundeliegenden Prozesse

Mechanik	Wendungen	Begrenzte Ressourcen	Belohnungen	Chance/Zufall	Feedback	Status	Gewinnzustand	Herausforderung	Kooperation
Komponente									
Abzeichen, Erfolge			x	x	x	x	x		
Aufgaben, Quests				x				x	
Avatare	x								x
Zeit							x	x	
Endgegner							x	x	
Leistungsgraphen					x	x			
Freischalten von Inhalten			x				x	x	
Integration von sozialen Medien			x			x			x
Kämpfe		x		x			x	x	
Kaskad. Information									
Levels				x		x	x	x	
Nachrichten	x		x		x		x		
Handel		x		x					
Punkte			x		x				
Ranglisten					x	x		x	
Rätsel				x			x	x	
Sammlungen						x		x	
Schenken, Tauschen		x							x
Story	x								x
Teams									x
Virtuelle Güter		x	x			x			

Fortsetzung Tabelle A-4: Spiele-Komponenten und ihre zugrundeliegenden Prozesse

Mechanik Komponente	Rundenbasiertes Spiel	Sammeln	Transaktion/Tausch	Überraschung	Wettbewerb	Zeitdruck	Entwickeln/Organisieren	Individuelles Lernen
Abzeichen, Erfolge		x		x				x
Aufgaben, Quests				x			x	x
Avatare					x		x	
Zeit	x					x		
Endgegner					x			
Leistungsgraphen								x
Freischalten von Inhalten				x			x	x
Integration von sozialen Medien					x			x
Kämpfe	x							
Kaskad. Information							x	x
Levels	x							
Nachrichten								x
Handel			x		x		x	
Punkte		x						
Ranglisten					x			x
Rätsel								x
Sammlungen		x			x		x	
Schenken, Tauschen			x					
Story				x			x	
Teams					x		x	
Virtuelle Güter		x					x	

Tabelle A-5: Spiele-Komponenten und ihre ausgelösten Spiele-Dynamiken

Dynamik Komponente	Ansehen	Ästhetik	Beschränkung	Beziehung	Emotion	Fortschritt	Konflikt	Narrative Elemente	Neugierde	Fantasie
Abzeichen, Erfolge	x	x		x		x			x	
Aufgaben, Quests			x				x	x		
Avatare		x		x				x		x
Zeit			x		x					
Endgegner	x	x				x	x			x
Leistungsgraphen						x				
Freischalten von Inhalten			x		x	x			x	
Integration von sozialen Medien	x			x	x					
Kämpfe					x		x			x
Kaskad. Information			x							
Levels	x	x	x			x			x	
Nachrichten					x			x		
Handel			x					x		
Punkte						x				
Ranglisten	x			x		x				
Rätsel			x					x	x	
Sammlungen	x	x							x	
Schenken, Tauschen				x		x				
Story		x			x		x	x	x	x
Teams	x			x			x			
Virtuelle Güter	x	x	x			x				x

Tabelle A-6: Spiele-Komponenten und ihre mögliche Wirkung auf das Kompetenzerleben

Motive Komponente	Kognitive Stimulation/Wissbegierde	Leistung	Wertschätzung und Anerkennung	Steigern von Zufriedenheit/Gefühl hoher Leistungsfähigkeit
Abzeichen, Erfolge		x	x	x
Aufgaben, Quests	x	x		
Avatare				
Zeit	x	x		
Endgegner	x	x		x
Leistungsgraphen		x		x
Freischalten von Inhalten		x	x	x
Integration von sozialen Medien			x	x
Kämpfe				
Kaskad. Information	x			
Levels	x	x		x
Nachrichten	x		x	x
Handel	x			
Punkte		x	x	
Ranglisten		x		x
Rätsel	x	x		x
Sammlungen		x		x
Schenken, Tauschen				
Story	x			
Teams				
Virtuelle Güter			x	x

Tabelle A-7: Spiele-Komponenten und ihre mögliche Wirkung auf das Autonomieempfinden

Motive Komponente	Bedeutung und Teilhabe	Selbstverwirklichung/Selbstbestimmung	Optimismus	Streben nach Erfolg	Individualisierung/Personalisierung
Abzeichen, Erfolge				x	
Aufgaben, Quests	x	x	x		
Avatare		x			x
Zeit		x		x	
Endgegner		x		x	
Leistungsgraphen	x			x	
Freischalten von Inhalten	x			x	
Integration von sozialen Medien	x	x	x		
Kämpfe		x		x	
Kaskad. Information	x				x
Levels		x		x	x
Nachrichten	x		x		x
Handel	x	x			x
Punkte				x	
Ranglisten				x	
Rätsel				x	
Sammlungen	x	x			x
Schenken, Tauschen	x	x			
Story	x	x			x
Teams	x				
Virtuelle Güter	x			x	x

Tabelle A-8: Spiele-Komponenten und ihre mögliche Wirkung auf die soziale Eingebundenheit und das Sicherheitsempfinden

Motive Komponente	Streben nach soziale Anerkennung	Soziale(r) Interaktion und Austausch	Sozialer Wettbewerb	Zugehörigkeit	Köhler-Effekt	Sicherheit
Abzeichen, Erfolge	x			x		
Aufgaben, Quests		x		x		x
Avatare		x	x		x	
Zeit						
Endgegner	x	x	x			
Leistungsgraphen						
Freischalten von Inhalten						x
Integration von sozialen Medien	x	x	x	x		
Kämpfe		x	x			
Kaskad. Information						x
Levels			x			x
Nachrichten		x				
Handel						
Punkte						
Ranglisten	x		x		x	
Rätsel						
Sammlungen			x	x		
Schenken, Tauschen	x	x				
Story				x		x
Teams	x	x	x	x	x	x
Virtuelle Güter	x		x	x		

Anhang 3.2: Lösungsansätze zur Adressierung von Adhärenzfaktoren (Zielbäume)

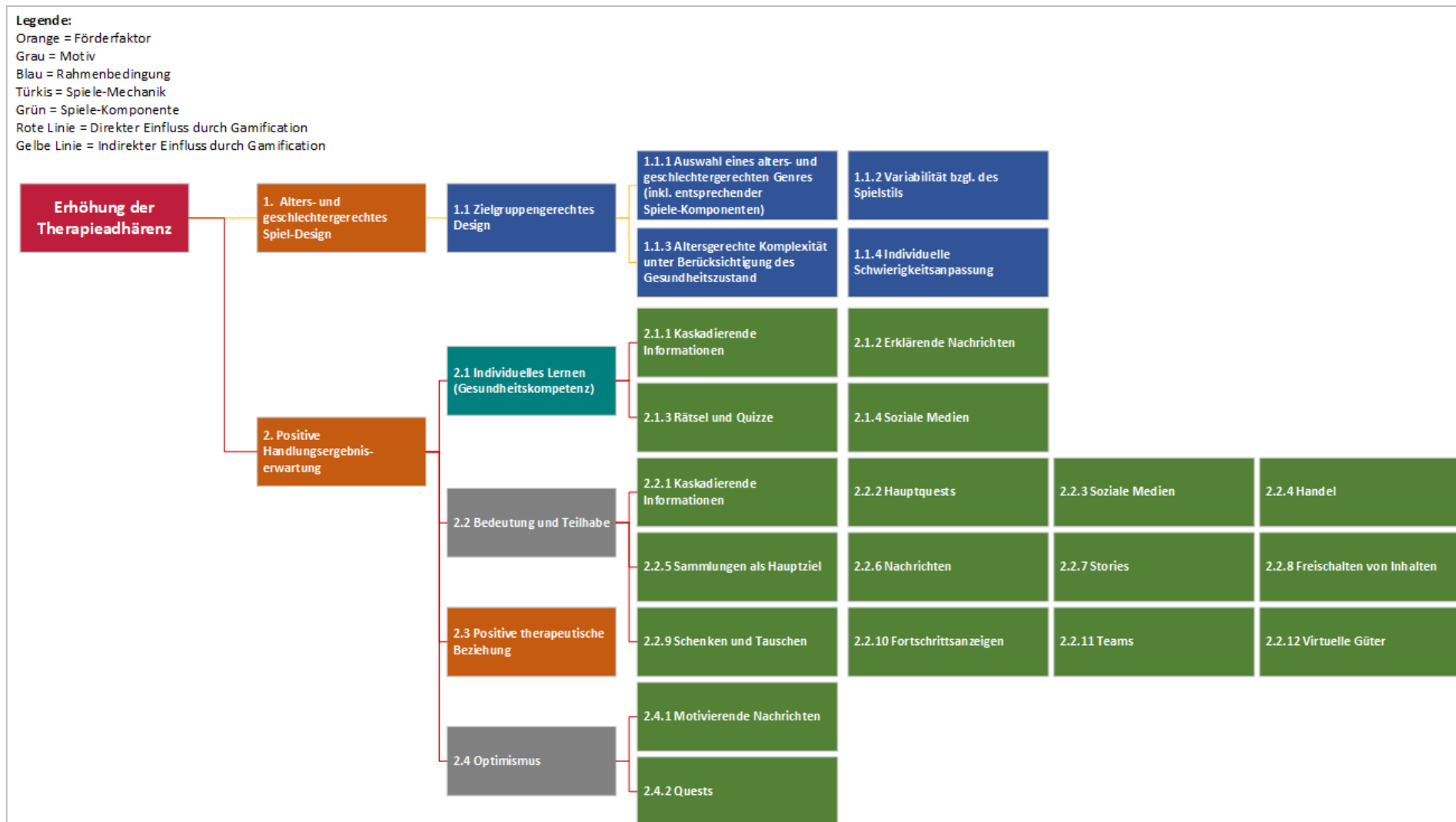


Abbildung A-7: Zielbaum – Alter/Geschlecht und Handlungsergebniserwartung

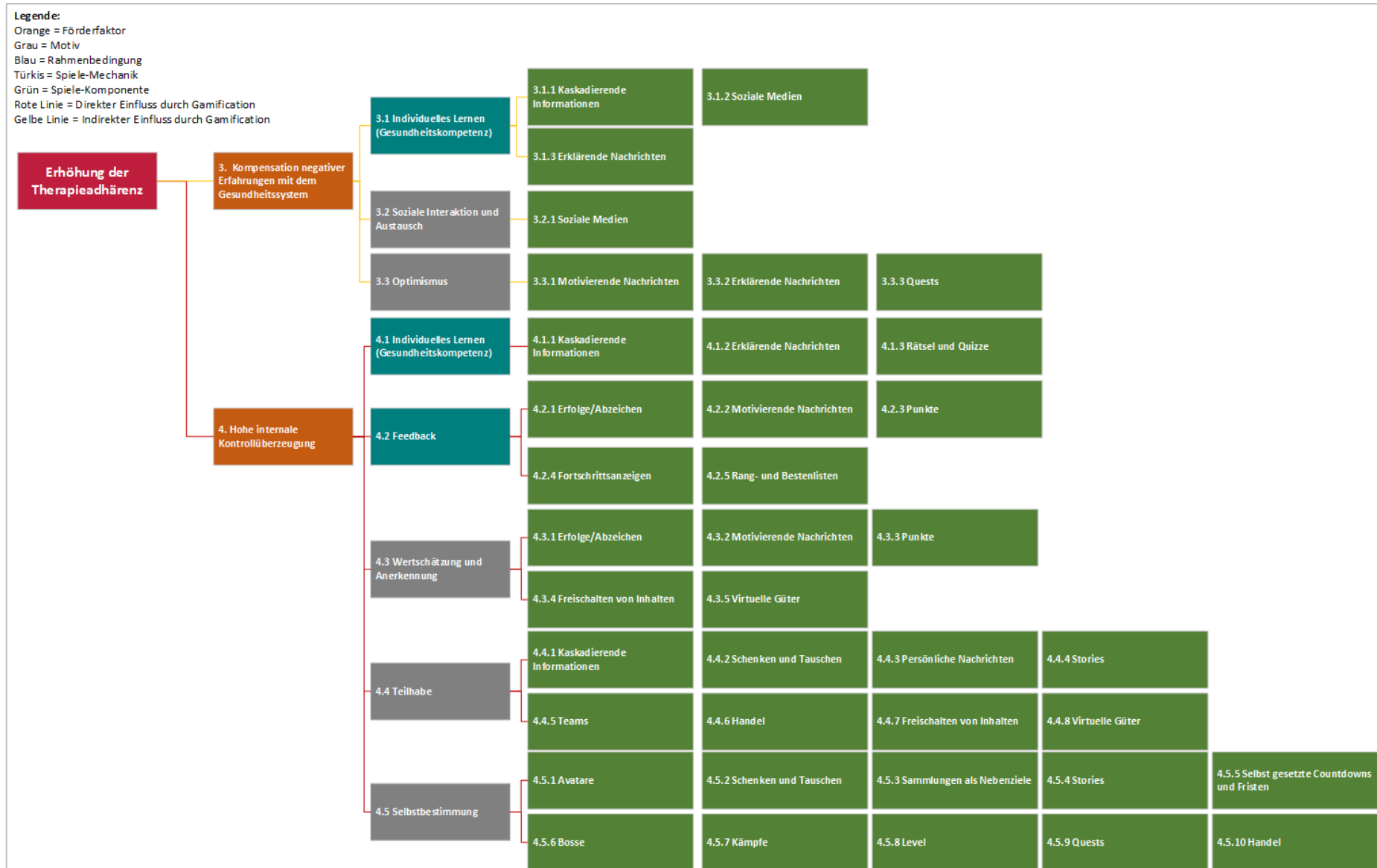


Abbildung A-8: Zielbaum – Erfahrungen mit dem Gesundheitssystem und Kontrollüberzeugungen



Abbildung A-9: Zielbaum – Wissen und vorangehendes Adhärenzverhalten

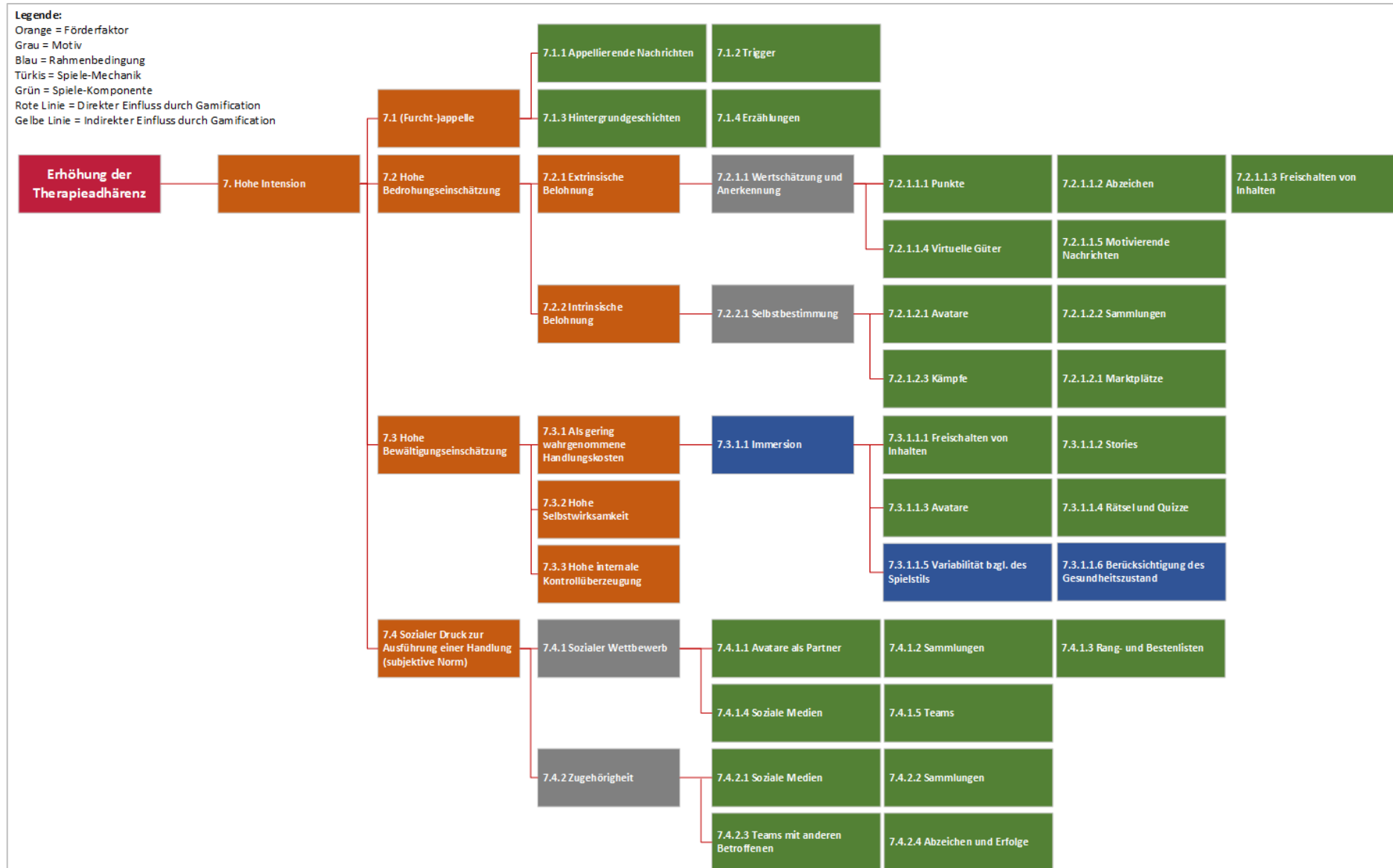


Abbildung A-10: Zielbaum – Intention

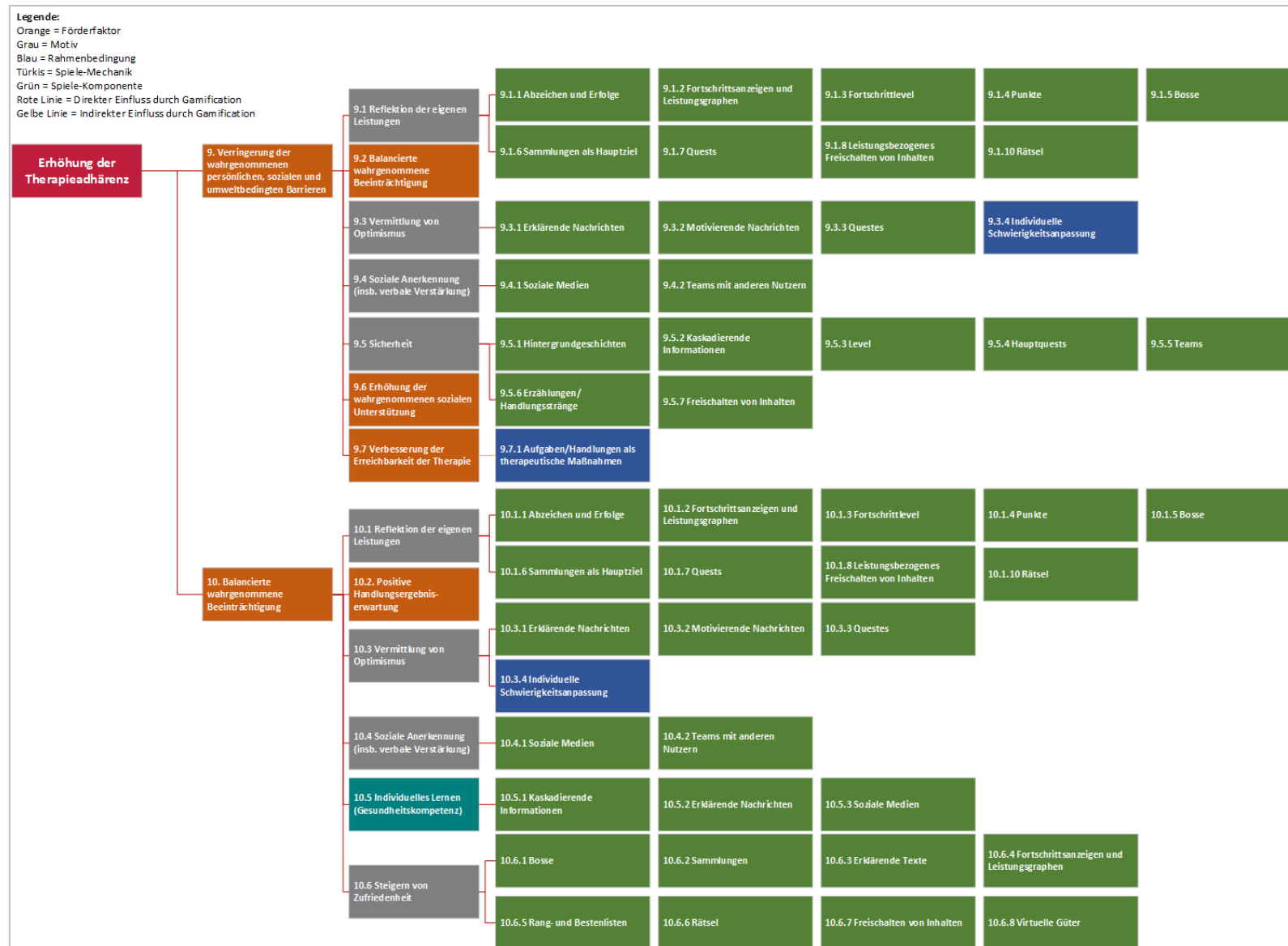


Abbildung A-11: Zielbaum – Wahrgenommene Barrieren und wahrgenommene Beeinträchtigung

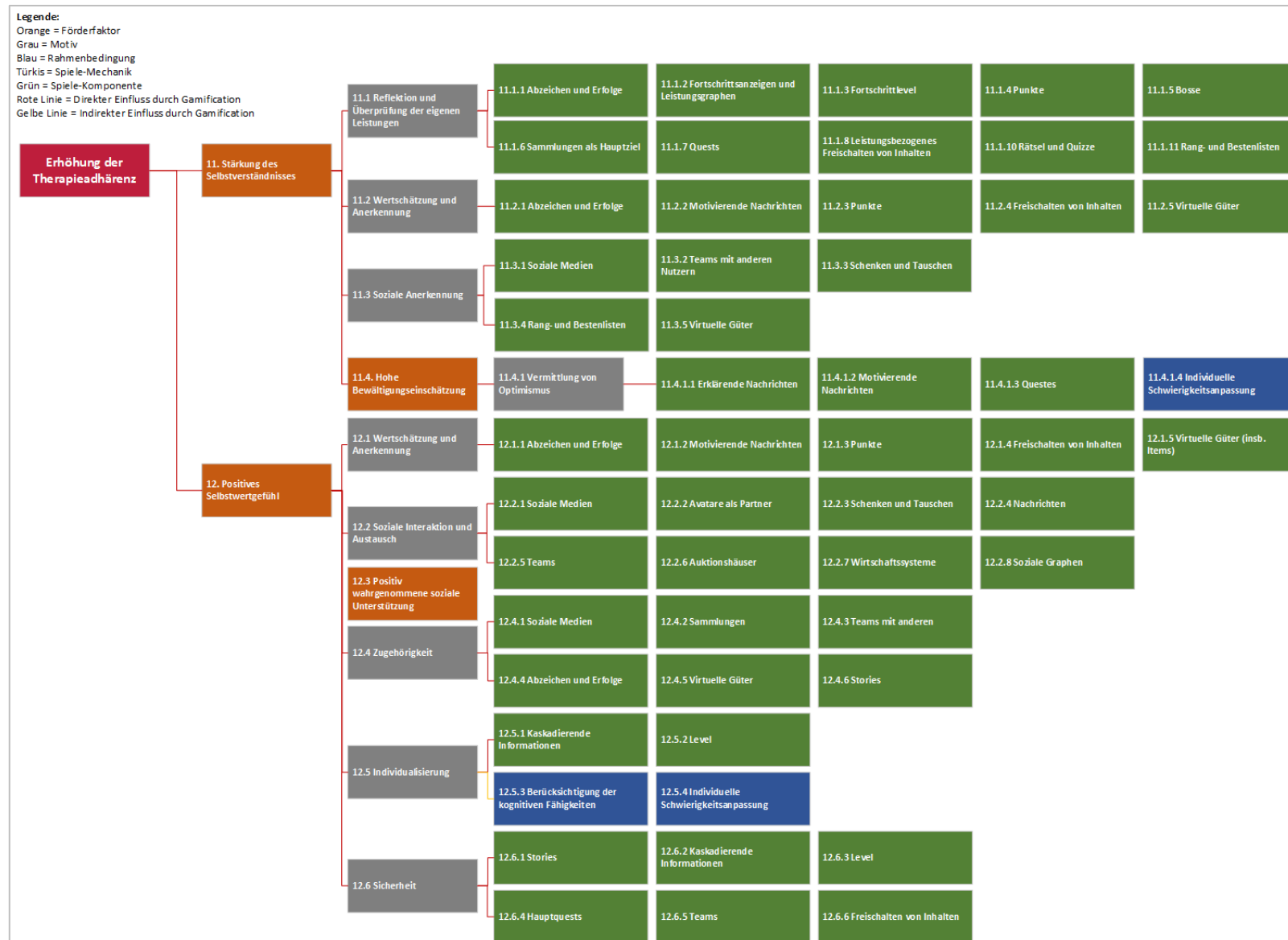


Abbildung A-12: Zielbaum – Selbstverständnis und Selbstwertgefühl

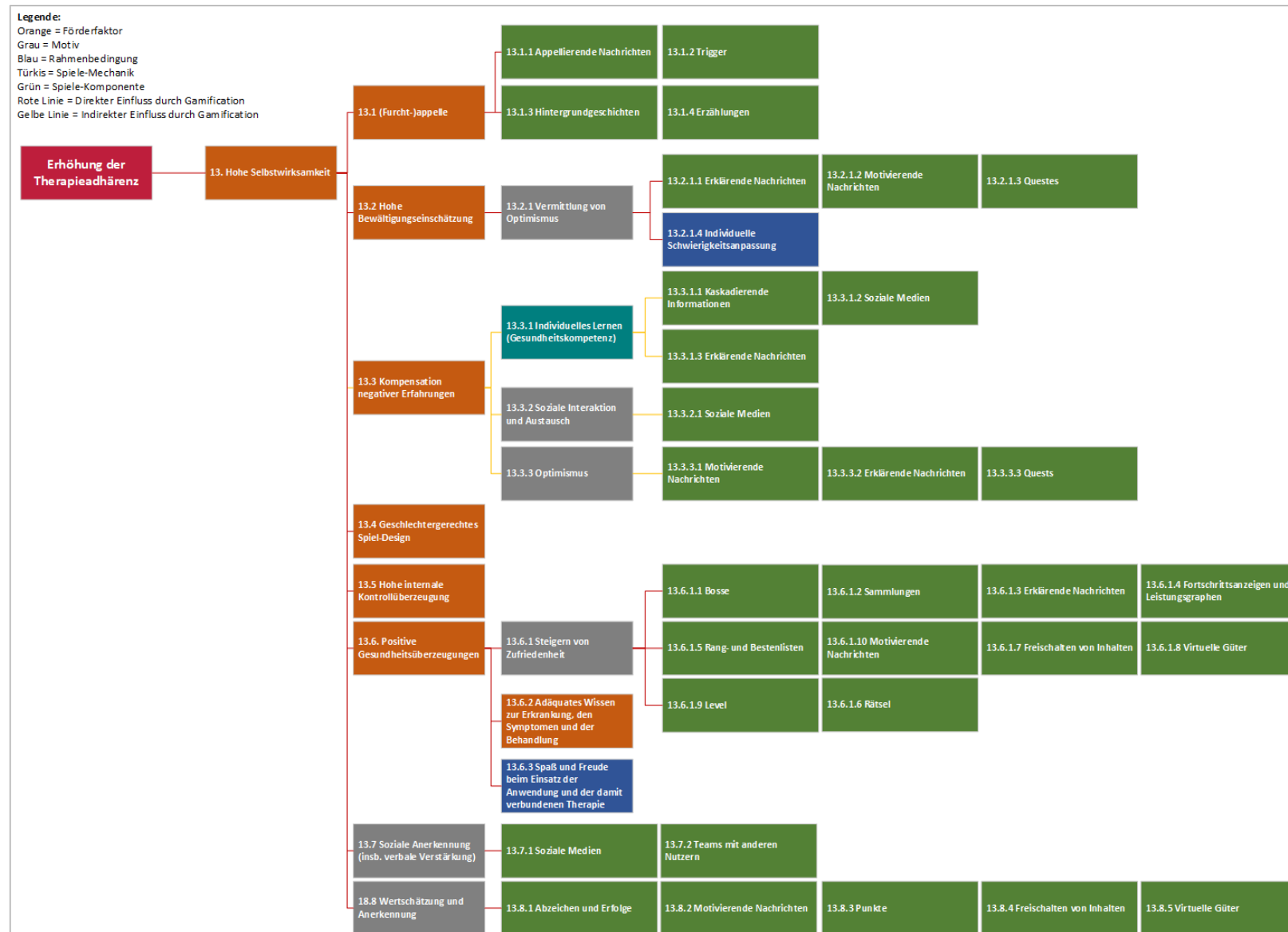


Abbildung A-13: Zielbaum – Selbstwirksamkeit

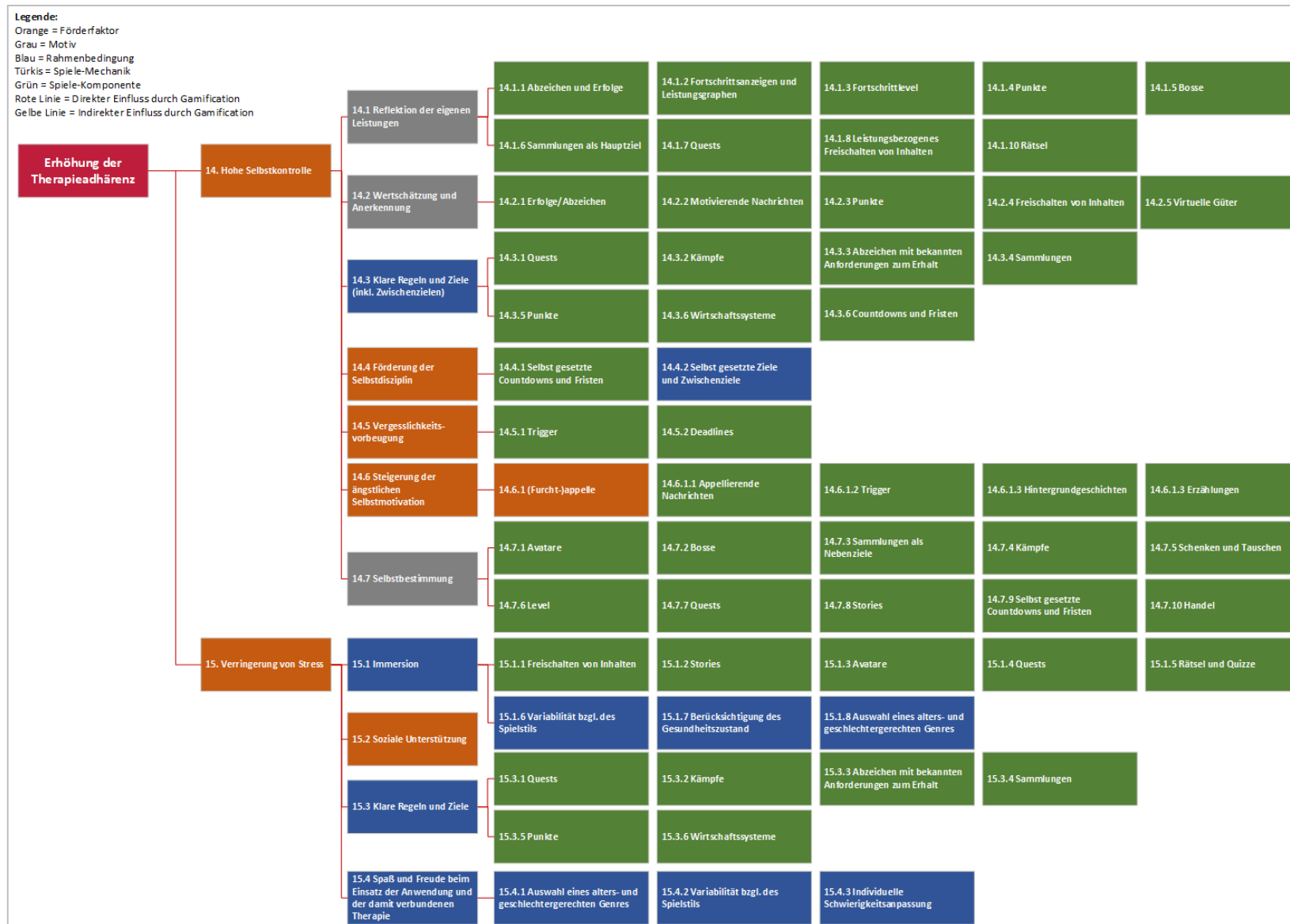


Abbildung A-14: Zielbaum – Selbstkontrolle und Stress

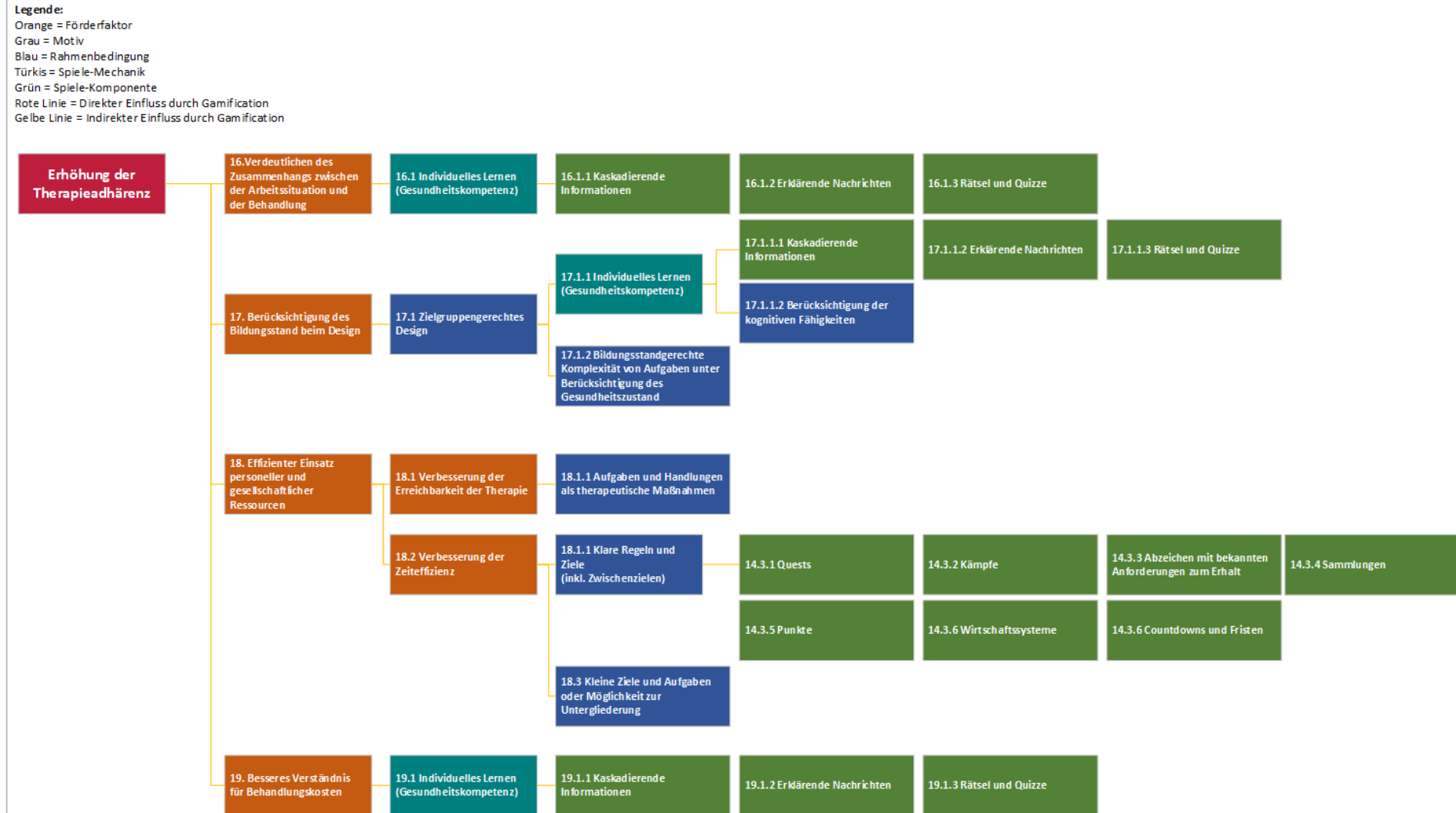


Abbildung A-15: Zielbaum – Arbeitssituation, Bildungsstand, Ressourcen und Behandlungskosten

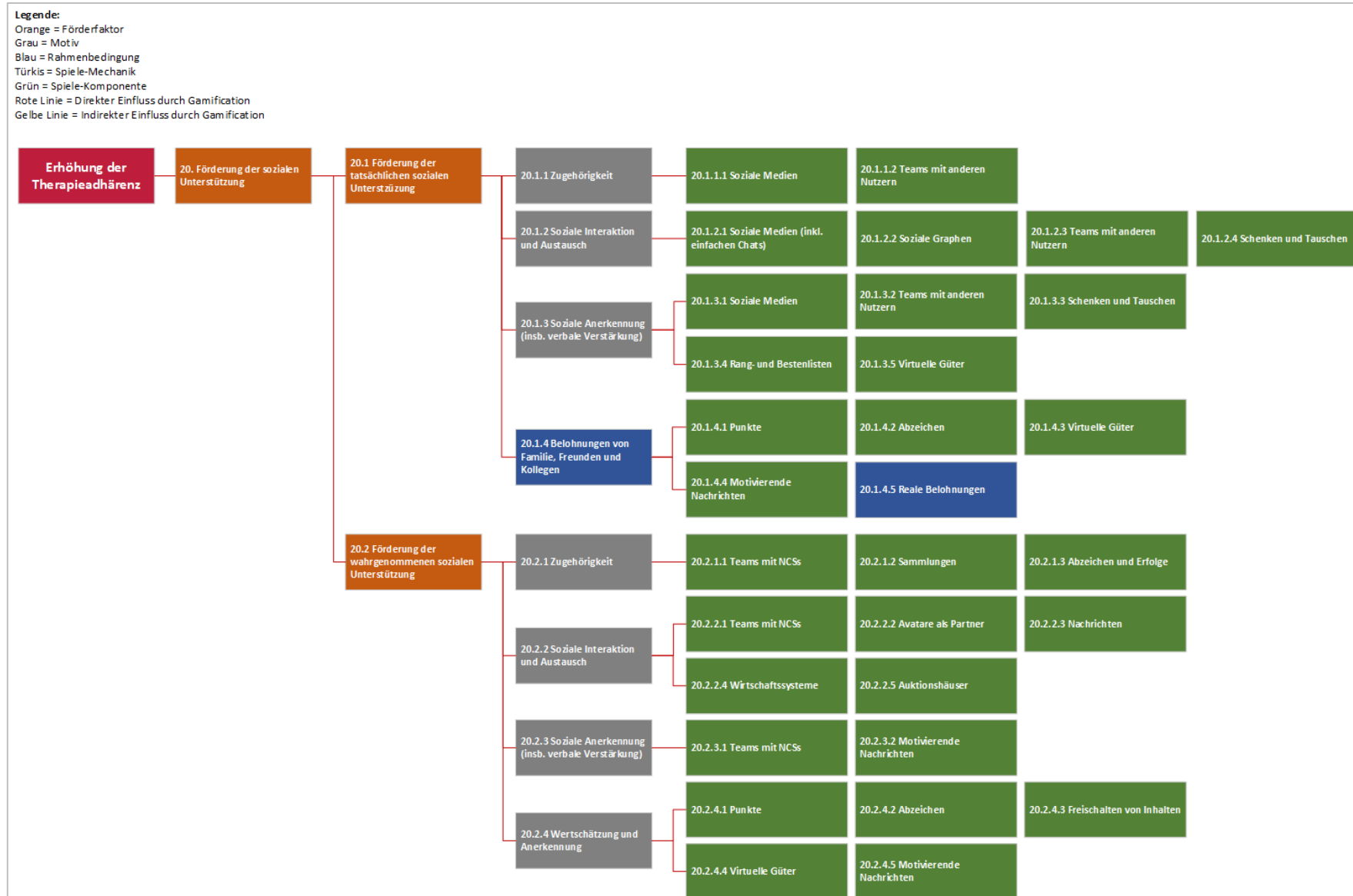


Abbildung A-16: Zielbaum – Soziale Unterstützung

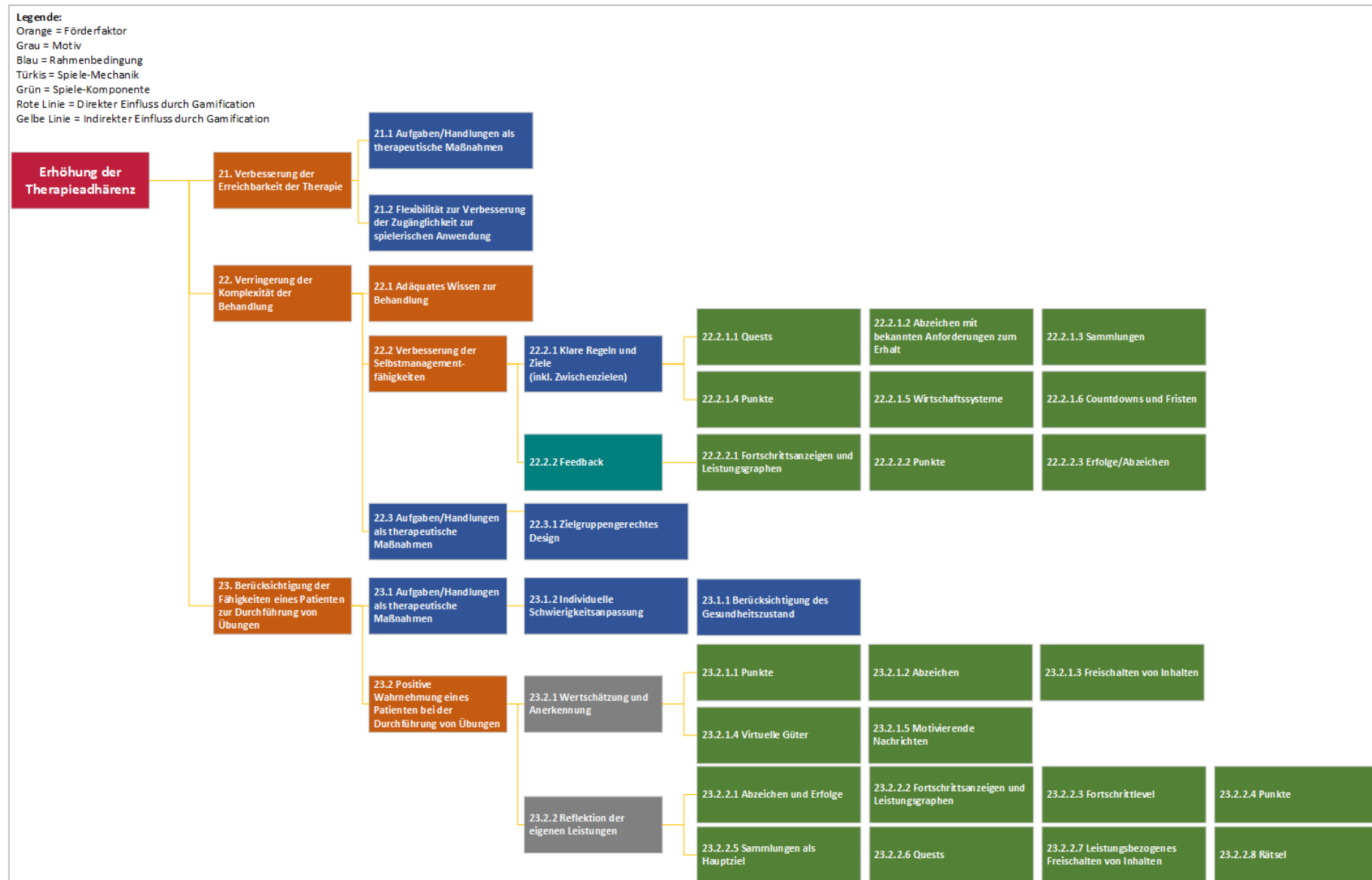


Abbildung A-17: Zielbaum – Therapiebezogene Adhärenzfaktoren

Legende:

Orange = Förderfaktor

Grau = Motiv

Blau = Rahmenbedingung

Türkis = Spiele-Mechanik

Grün = Spiele-Komponente

Rote Linie = Direkter Einfluss durch Gamification

Gelbe Linie = Indirekter Einfluss durch Gamification

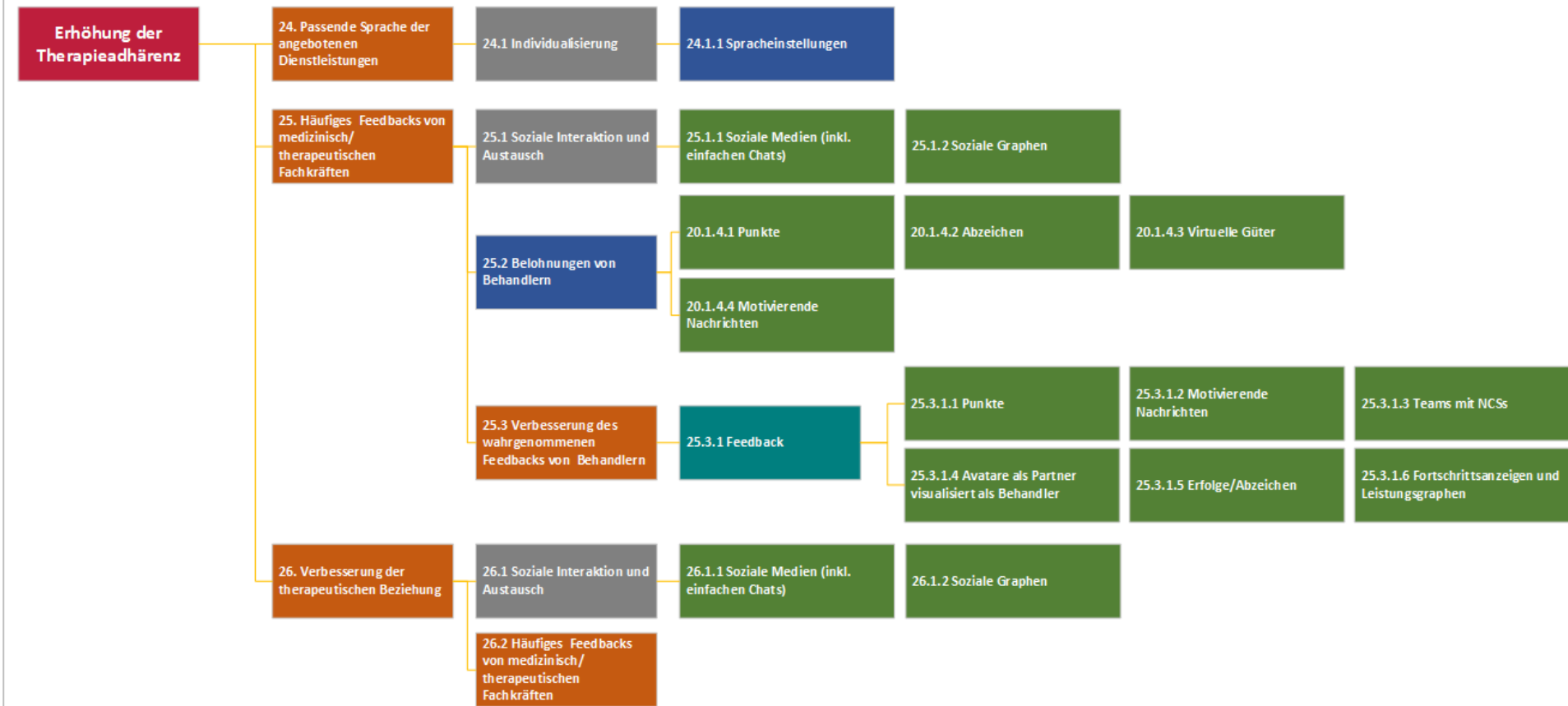
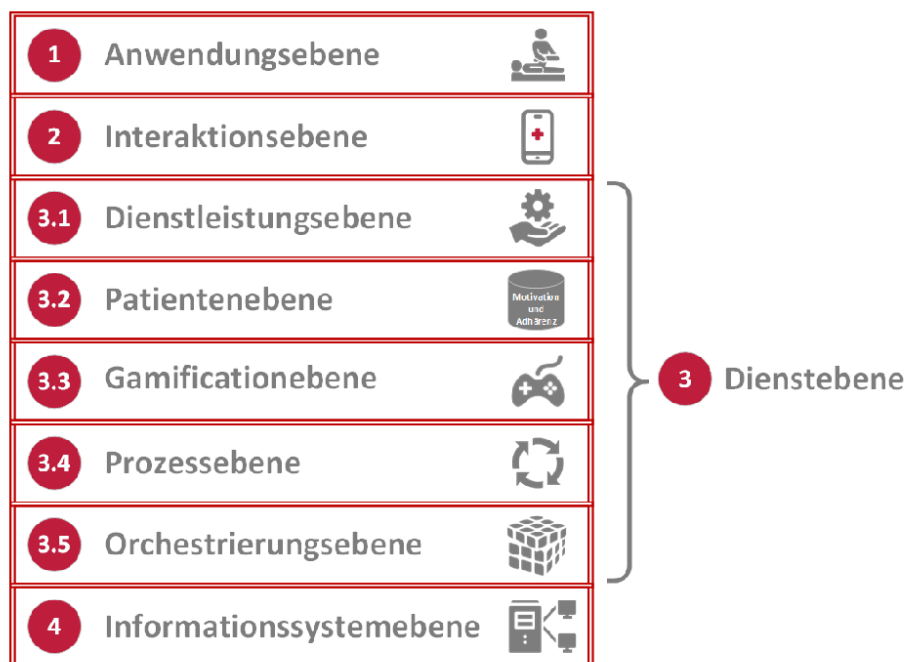


Abbildung A-18: Zielbaum – Gesundheitssystembezogene Adhärenzfaktoren

Anhang 4: Anwendungsleitfaden zu GISMOR

Anwendungsleitfaden zu GISMOR

Erklärung der strukturierten Vorgehensweise GISMOR zur
Entwicklung und Verbesserung Digitaler Gesundheitsanwendungen
für die Rehabilitation mit dem Ziel der Motivations- und
Adhärenzsteigerung



Stand: Mai 2021 (Version 1.1)

Autor: Bianca Steiner, Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover, Braunschweig

Kontakt: Bianca.Steiner@plri.de

Inhalt

Einleitung	II
Was sind Digitale Gesundheitsanwendungen?.....	III
Struktur des Anwendungsleitfadens	1
1 Anwendungsebene: In welchem Kontext soll die DiGA angewendet werden?	3
2 Interaktionsebene: Welche Design-Prinzipien sind bei der Entwicklung der DiGA zu berücksichtigen?	4
3 Dienstleistungsebene: Dienste und Rahmenbedingungen	7
3.1 Teil 1: Welche Dienste soll die DiGA erfüllen?.....	7
3.2 Teil 2: Welche rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen muss die DiGA erfüllen?.....	9
4 Patientenebene: Welche Adhärenz- und Motivationsfaktoren sind im Rehabilitationsprozess besonders relevant?	14
5 Gamificationsebene: Welche Spiel-Design-Elemente sind auszuwählen und wie sind diese zu gestalten?	20
6 Prozessebene: Wie ist die DiGA in den Versorgungsprozess einzubinden?.....	26
7 Orchestrierungsebene: Wie können einzelne Dienstleistungen zu einem integrierten Behandlungspfad gebündelt werden?	27
8 Informationssystemebene: Wie ist die DiGA in die transinstitutionelle Informationssystemarchitektur einzubinden?	29

Einleitung

Rehabilitation, als dritte Säule des deutschen Gesundheitssystems, ist ein transinstitutioneller, interdisziplinärer Versorgungsprozess¹. Beginnend mit der Diagnostik sowie der chirurgischen oder konventionellen Akutbehandlung, umfasst Rehabilitation die gesamte Behandlung eines Patienten von der Frührehabilitation über die (ganztägig) ambulante oder stationäre medizinische oder berufliche Rehabilitation bis hin zu nachgelagerten Rehabilitationsleistungen. Hinzu kommen präventive und ergänzende Maßnahmen, wie Sport, alternativmedizinische Leistungen und die Anwendung von Hausmitteln, sowie administrative Prozesse. Eine Vielzahl von Faktoren, wie unzureichendes Wissen über die eigene Erkrankung, fehlendes Vertrauen in die Therapie sowie ein geringes Maß an Motivation tragen dazu bei, dass Rehabilitationsprozesse zu früh abgebrochen oder nur sporadisch eingehalten werden. Für einen nachhaltigen Rehabilitationserfolg sind jedoch eine eigenverantwortliche dauerhafte Umsetzung der im Rehabilitationsverfahren eingeübten Verhaltens- und Lebensstiländerungen erforderlich².

‘Gamification Increasing Motivation for Rehabilitation’ (GISMOR) beschreibt einen ganzheitlichen Ansatz zur Entwicklung neuer Digitaler Gesundheitsanwendungen (DiGA) oder zur Verbesserung bestehender Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA in der Rehabilitation, mit dem Ziel der Adhärenz- und Motivationssteigerung durch Gamification³. GISMOR unterstützt sowohl bei der Identifikation potentieller Adhärenzfaktoren als auch bei der adäquaten auf die Zielgruppe ausgerichteten Auswahl, Kombination und Umsetzung von Spiel-Design-Elementen. Dabei legt GISMOR besonderen Wert auf die Interaktion zwischen der DiGA und dem Patienten und stellt damit nicht nur die interaktive und visuelle Gestaltung des User Interface (UI) in den Vordergrund, sondern auch die resultierende User Experience (UX). Darüber hinaus gibt GISMOR den rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmen für die Umsetzung abrechnungsfähiger DiGA vor. Für den erfolgreichen Einsatz Medizinischer Assistenzsysteme und DiGA liefert GISMOR weiterhin Anhaltspunkte zur Einbindung dieser in den Rehabilitationsprozess sowie zur Integration in transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen.

Dieser Leitfaden richtet sich an Softwareentwickler, Medizininformatiker und Gesundheitsversorger, und zeigt Ihnen, wie sie die einzelnen Ebenen des GISMOR-Ansatzes zur Entwicklung effizienter DiGA oder Verbesserung bestehender Anwendungen in der Rehabilitation einsetzen können. Selbstverständlich stellt jede DiGA individuelle Anforderungen an die organisatorische und technische Umsetzung, doch bietet der Leitfaden ein gutes Grundgerüst. Dabei kann GISMOR je nach Einsatzzweck entweder als Ganzes oder nur in Teilen verwendet werden.

¹ Greitemann B, Stein V. Praxis der konservativen Orthopädie – Rehabilitation in der Orthopädie. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date. 2013; 8(6):503-522. German.

² Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR). Praxisleitfaden: Strategien zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Leistungen zur medizinischen Rehabilitation. Frankfurt am Main: BAR; c2008. [cited 2021 Apr 30].

³ Steiner B. Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification [Dissertation]. Braunschweig: TU Braunschweig; 2021.

Was sind Digitale Gesundheitsanwendungen?

Technische Hilfsmittel, die auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien Patienten in der Prävention, Rehabilitation oder Nachsorge bei der Durchführung der angeordneten Behandlung unterstützen, werden üblicherweise als Medizinische Assistenzsysteme bezeichnet⁴. Medizinische Assistenzsysteme, die unter das Medizinproduktegesetz (MPG) fallen und die entsprechend festgesetzter Kriterien als 'digitale Helfer' für Patienten anzusehen sind, können gemäß des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) darüber hinaus als abrechnungsfähige DiGA bezeichnet werden⁵. Nach § 33a SGB V beschreibt eine DiGA Medizinprodukte „*niedriger Risikoklassen, deren Hauptfunktion wesentlich auf digitalen Technologien beruht und die dazu bestimmt sind, bei den Versicherten oder in der Versorgung durch Leistungserbringer die Erkennung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten oder die Erkennung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen zu unterstützen*“⁶. Medizinprodukte, die der Primärprävention dienen oder lediglich von einem Arzt im Sinne der Praxisausstattung zur Behandlung verwendet werden, sind nicht als DiGA zu klassifizieren⁵.

⁴ John M, Einhaus J, Klose S, Kock G, Graßhoff T. Bericht Telerehabilitation 2015 – Medizinische Assistenzsysteme in der Prävention, Rehabilitation und Nachsorge. Berlin: Fraunhofer Fokus; 2015. Chapter 5, Stand der Praxis für medizinische Assistenzsysteme in der Prävention, Rehabilitation und Nachsorge; p. 39-53.

⁵ Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V. Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender. Bonn: BfArM; 2020. Chapter 2.1, Was ist eine DiGA und was nicht?; p. 12-25.

⁶ Deutsche Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation (Digitale-Versorgung-Gesetz – DVG). 2019 Sept 23.

Struktur des Anwendungsleitfadens

Der Anwendungsleitfaden zu GISMOR stellt Softwareentwicklern, Medizininformatikern und Gesundheitsversorgern ein Grundgerüst zur Entwicklung neuer DiGA und Verbesserung bestehender Anwendungen für die Rehabilitation zur Verfügung. Insgesamt besteht der Anwendungsleitfaden aus acht Kapiteln, die die einzelnen Entwicklungsebenen des GISMOR-Ansatzes repräsentieren:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Anwendungsebene: | Bestimmung des Kontexts in dem die DiGA einzusetzen ist. |
| 2. Interaktionsebene: | Spezifikation bzw. Evaluation grundlegender Anforderungen an das Design der DiGA insb. an die Benutzerschnittstelle und das Benutzererlebnis. |
| 3. Dienstleistungsebene: | Spezifikation der grundlegenden Dienste, die die DiGA umsetzen soll sowie Definition bzw. Prüfung rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen. |
| 4. Patientenebene: | Identifikation wesentlicher Adhärenzfaktoren im Rehabilitationsprozess. |
| 5. Gamificationsebene: | Gezielte Auswahl, Kombination und Gestaltung von Spiel-Design-Elementen zur Adhärenzsteigerung. |
| 6. Prozessebene | Perspektivische Einbindung der DiGA in den Versorgungsprozess. |
| 7. Orchestrierungsebene: | Perspektivische Auswahl und Bündelung einzelner Rehabilitationsmaßnahmen zu einem integrierten Behandlungspfad. |
| 8. Informationssystemebene: | Perspektivische Einbindung der DiGA in eine (bestehende) transinstitutionelle Informationssystemarchitektur. |

Jedes der zuvor aufgeführten Kapitel beinhaltet neben einer kurzen Beschreibung der GISMOR-Ebene, eine Erklärung zur Nutzung der Inhalte in der Praxis sowie, soweit möglich, mindestens ein Anwendungsbeispiel für ein besseres Verständnis zum Umgang mit GISMOR.

Vor der Anwendung des Leitfadens ist zunächst zu entscheiden, ob eine neue DiGA entwickelt oder aber ein bestehendes Medizinisches Assistenzsystem bzw. eine DiGA optimiert werden soll (siehe nachfolgende Beispiele). Je nach Einsatzzweck lässt sich GISMOR entweder als Ganzes oder nur in Teilen verwenden. Bei der Entwicklung einer neuen DiGA sind die Kapitel schrittweise abzuarbeiten, um eine möglichst effiziente und von den zukünftigen Nutzern akzeptierte Anwendung zu erhalten. Für die Verbesserung eines bestehenden Medizinischen Assistenzsystems oder einer DiGA ist keine feste Reihenfolge einzuhalten. Hier kommt es vielmehr darauf an, unter Berücksichtigung der einzelnen GISMOR-Ebenen, gezielt Schwachstellen in einer Anwendung zu identifizieren und Optimierungspotentiale herauszuarbeiten, die sich wiederum mit Hilfe von GISMOR adressieren lassen.

Beispiele

1. Entwicklung einer Webanwendung für Patienten mit koronaren Herzerkrankungen

Implementierung einer Webanwendung für Patienten mit einer koronaren Herzerkrankung zur Unterstützung eines gesunden Lebensstils mit Fokus auf eine gesunde Ernährung.

2. Entwicklung einer mobilen Applikation für Patienten mit Schulterläsionen

Implementierung einer mobilen Applikation zur Ergänzung des Medizinischen Assistenzsystems 'AGT-Reha' mit dem Ziel der Steigerung der Motivation und Therapieadhärenz in der poststationären Rehabilitationsphase.

3. Optimierung des Medizinischen Assistenzsystems AGT-Reha

Optimierung des Medizinischen Assistenzsystems 'AGT-Reha' hinsichtlich der kurzfristigen und langfristigen Wirkung auf die Motivation und Therapieadhärenz bei Eigenübungen und darüber hinaus.

1 Anwendungsebene: In welchem Kontext soll die DiGA angewendet werden?

In der Anwendungsebene ist der Kontext zu beschreiben in dem eine DiGA eingesetzt werden soll. Dieser soll den medizinischen Fachbereich, die zugrundeliegende Indikation sowie die Intention zur Nutzung beinhalten. Der Kontext ist folglich vor der eigentlichen Entwicklung und/oder Verbesserung einer DiGA festzulegen.

Beispiele

1. Rehabilitation von Patienten mit koronaren Herzerkrankungen

Medizinischer Fachbereich: Rehabilitation

Indikation: Koronare Herzerkrankungen

Intention: Steigerung der Selbstmanagementfähigkeiten in Bezug auf einen gesunden Lebensstil mit Fokus auf eine gesunde Ernährung

2. Rehabilitation von Patienten mit Schulterläsionen

Medizinischer Fachbereich: Rehabilitation inkl. Prävention

Indikation: Schulterläsionen

Intention: Grundsätzliche Adhärenzsteigerung in der poststationären Rehabilitationsphase

3. Rehabilitation von Patienten mit einer Frozen Shoulder

Medizinischer Fachbereich: Telerehabilitation

Indikation: Frozen Shoulder

Intention: Adhärenzsteigerung in Bezug auf die Durchführung von häuslichen Eigenübungen

2 Interaktionsebene: Welche Design-Prinzipien sind bei der Entwicklung der DiGA zu berücksichtigen?

Bei DiGA, die einen Einfluss auf die Einstellungen und das Verhalten eines Nutzers nehmen sollen, ist das Design von besonderer Bedeutung. Dabei sind nicht nur die interaktive, visuelle und konzeptuelle Gestaltung des UI essentiell sondern vielmehr die daraus resultierende UX. Zur optimalen Gestaltung DiGA, die eine möglichst gute UX zur langfristigen Motivation der Nutzer auslösen sollen, bietet es sich daher an neben Design-Prinzipien für persuasive Systeme auch Design-Prinzipien für eine gute UX einzusetzen.

Der Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme setzt sich aus vier übergeordneten Teilprozessen zusammen: (1) Verstehen, (2) Visionieren, (3) Konzipieren und (4) Evaluieren. Unter stetiger Analyse und Überwachung der Design-Prinzipien erfolgt so das schrittweise Design.

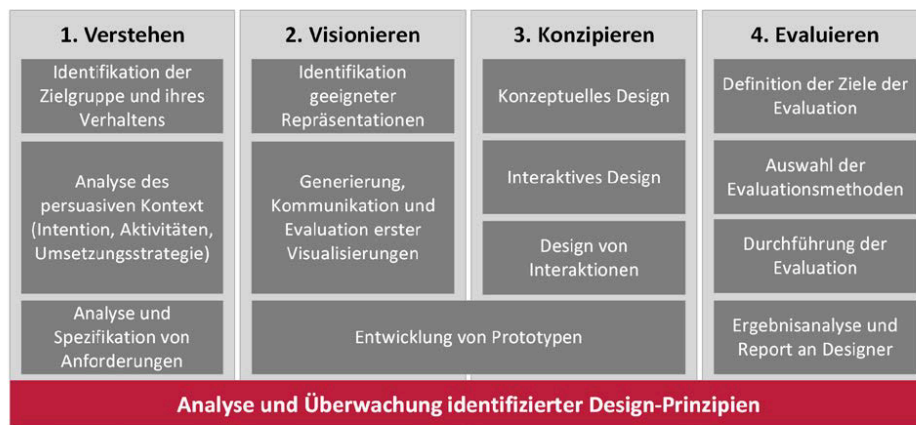


Abbildung 1: Designprozess interaktiver, persuasiver Systeme

Die folgenden Checklisten dienen dazu den 'Erfüllungsgrad' dieser Design-Prinzipien bei der Entwicklung, Evaluation oder Optimierung einer DiGA festzustellen und dementsprechende Maßnahmen zur Erfüllung einzuleiten.

Zuverlässigkeit	Erfüllungsgrad			
<i>Vertrauenswürdigkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Fachwissen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Zuverlässigkeit der Oberfläche</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Realitätsnähe</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Autorität</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Hinweise auf Drittanbieter</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Überprüfbarkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Benutzerfreundlichkeit	Erfüllungsgrad			
<i>Erinnerungen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Vorschläge</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Kontrolle/Freiheit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Kontrolle für fortgeschr. Nutzer</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Navigation</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Gefallen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Vereinfachung von Aufgaben	Erfüllungsgrad			
<i>Reduktion</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Tunnelung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Anpassung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Personalisierung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Self-Monitoring</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Simulation</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Hilfsmittel</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Ähnlichkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Sozialer Einfluss	Erfüllungsgrad			
<i>Soziales Lernen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Sozialer Vergleich</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Normativer Einfluss</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Soziale Förderung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Kooperation</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Wettkampf</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Anerkennung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Einbindung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Lob</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Belohnungen</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Soziale Rolle</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Ethik	Erfüllungsgrad			
<i>Datenschutz</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Benevolenz</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Verantwortung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Design-Motivation</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Informationsarchitektur	Erfüllungsgrad			
<i>Visuelle Hierarchie</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Gruppierung von Inhalten</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Taxonomie</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Erlernbarkeit	Erfüllungsgrad			
<i>Sichtbarkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Konsistenz</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Vertrautheit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Bedeutung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Sicherheit und Schutz	Erfüllungsgrad			
<i>Bestätigung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Rückschritte</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Wiederherstellung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Anpassung	Erfüllungsgrad			
<i>Flexibilität</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Personalisierung</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Freundlichkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Barrierefreiheit für Personen mit Einschränkungen	Erfüllungsgrad			
<i>Erkennbarkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Bedienbarkeit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Einfachheit</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Nachsicht</i>	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Teilweise	<input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

3 Dienstleistungsebene: Dienste und Rahmenbedingungen

Die Dienstleistungsebene unterteilt sich in zwei Teile. Während im ersten Teil zunächst die grundlegenden Dienste zu spezifizieren sind, die eine DiGA erfüllen soll, sind im zweiten Teil die rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen an die DiGA zu prüfen.

3.1 Teil 1: Welche Dienste soll die DiGA erfüllen?

Im ersten Teil der Dienstebene sind zunächst die grundlegenden Dienste zu spezifizieren, die von einer DiGA umzusetzen sind. Auf GISMOR basierende Anwendungen für die Rehabilitation sollten stets folgende Dienste beinhalten: (A) Selbstmanagement, (B) Gesundheitskompetenz sowie (C) Motivations- und Adhärenzsteigerung. Zur Spezifikation des (medizinischen) Einsatzzwecks einer DiGA sind die beschriebenen Dienste anschließend zu konkretisieren und ggf. um weitere Dienste zu ergänzen.

Beispiele

1. Rehabilitation von Patienten mit koronaren Herzerkrankungen

Selbstmanagement:	<i>Unterstützung der Patienten bei der Einhaltung und nachhaltigen Festigung eines gesunden Lebensstils mit Fokus auf eine gesunde Ernährung im Rahmen der Langzeitbehandlung. Dies umfasst u. a. die Unterstützung zum Halten oder Erzielen eines Normalgewichts, Kontrolle und Bewertung der Energiebilanz und des Ernährungsverhaltens sowie Erstellung von Ernährungsplänen.</i>
Gesundheitskompetenz:	<i>Vermittlung von Wissen zu folgenden Aspekten: Risikofaktoren für koronare Herzerkrankungen, Ziele der Ernährungsumstellung, Begriffserklärungen zu Normalgewicht und Energiebilanz, Hinweise zur ausgewogenen Ernährung und Nährstoffen sowie Nährwerttabellen.</i>
Adhärenzsteigerung:	<i>Motivation der Patienten zur nachhaltigen Änderung ihres Ernährungsverhaltens zur Einhaltung eines gesunden Lebensstils.</i>
Kontrolle und Bewertung:	<i>Erfassen und Bewerten der individuellen Energiebilanz eines Patienten unter Beachtung der zu sich genommenen Nährstoffe.</i>

2. Rehabilitation von Patienten mit Schulterläsionen

- Selbstmanagement:** Unterstützung der Patienten in der adäquaten Auswahl und Kombination von therapeutischen Maßnahmen in der poststationären Rehabilitationsphase.
- Gesundheitskompetenz:** Vermittlung von Wissen zu folgenden Aspekten: Nutzen und Ziele der poststationären Rehabilitation, Folgen der Nicht-Behandlung, medizinisch-therapeutische Maßnahmen sowie mögliche Beantragungen und Unterstützungsmöglichkeiten im Rahmen der poststationären Rehabilitation.
- Adhärenzsteigerung:** Grundsätzliche Adhärenzsteigerung in der poststationären Rehabilitationsphase. Motivation der Patienten zur Zusammenstellung und Wahrnehmung einzelner medizinisch-therapeutischer Maßnahmen, die den Genesungsprozess unterstützen.
- Prozesssteuerung:** Unterstützung der Patienten bei der individuellen Zusammenstellung einzelner medizinisch-therapeutischer Dienstleistungen gemäß der eigenen Bedarfe und Präferenzen zur Bildung eines integrierten Behandlungspfads. Vereinfachte Navigation durch den Versorgungsprozess.

3. Rehabilitation von Patienten mit einer Frozen Shoulder

- Selbstmanagement:** Unterstützung der Patienten bei einer möglichst optimalen Integration häuslicher Eigenübungen in den Alltag. Dies umfasst die Unterstützung u. a. bei der Einplanung von Trainingseinheiten, bei der Durchführung von Eigenübungen, bei der Reflektion von Fortschritten und bei der Kontaktaufnahme mit einem Arzt oder Therapeuten bei Fragen oder Problemen.
- Gesundheitskompetenz:** Vermittlung von Wissen zu folgenden Aspekten: Ziele der Therapie, Notwendigkeit zur (regelmäßigen) Durchführung von Eigenübungen, Folgen einer Nicht-Behandlung, Erklärungen zu einzelnen Übungen bzw. Übungsausführungen und Informationen zu weiteren ergänzenden/unterstützenden Maßnahmen.
- Adhärenzsteigerung:** Motivation der Patienten zur kontinuierlichen Durchführung von Eigenübungen über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten. Vermeidung von frühzeitigen Therapieabbrüchen.
- Kontrolle und Bewertung:** Erfassen und bewerten der von einem Patienten durchgeführten Eigenübungen sowie Angabe von Korrekturhinweisen.

3.2 Teil 2: Welche rechtlichen, finanziellen und qualitativen Rahmenbedingungen muss die DiGA erfüllen?

Mit Hilfe von GISMOR soll es möglich sein effiziente DiGA zu implementieren, wie mHealth-Apps, Desktop- oder Browseranwendungen, mit oder ohne Kommunikationsverbindungen zu externen Wissensquellen, wie Medizingeräten, Assistierenden Gesundheitstechnologien (AGT) oder der elektronischen Patientenakte. Damit dies möglich ist, sind bereits bei der Konzeptionierung eines Medizinischen Assistenzsystems bzw. einer DiGA, eine Reihe rechtlicher, finanzieller und qualitativer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Werden die hier angegebenen rechtlichen und qualitativen Rahmenbedingungen eingehalten, ist es nicht nur möglich ein einsatzfähiges Medizinisches Assistenzsystems zu entwickeln sondern dieses auch als DiGA über die gesetzlichen Krankenkassen abrechnen zu lassen.

1. Prüfung zur Klassifizierung als Medizinprodukt einer geringen Risikoklasse

Voraussetzung zur Einstufung eines Medizinischen Assistenzsystems als DiGA, ist die Klassifizierung einer Anwendung als Medizinprodukt einer geringen Risikoklasse. Daher ist im ersten Schritt festzustellen, ob es sich bei der zu implementierenden oder bereits existierenden Anwendung um ein Medizinprodukt handelt oder nicht. Rechtsgrundlage hierfür bildet Art. 2 Nr. 1 VO (EU) 2017/745, EU-Medizinprodukteverordnung (MDR)⁷, ehemals § 3 Abs. 1 Medizinproduktegesetz (MPG). Sollten alle nachfolgend aufgeführten Kriterien mit 'Ja' beantwortet werden können, ist davon auszugehen, dass es sich bei dem zu implementierenden Medizinischen Assistenzsystem aller Wahrscheinlichkeit nach um ein Medizinprodukt handelt. Eine detaillierte Prüfung entsprechend Art. 2 Nr. 1 MDR wird dennoch empfohlen.

Kriterien zur Klassifikation als Medizinprodukt	Erfüllt
<i>Dem Medizinischen Assistenzsystem liegt Software zugrunde.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Das Medizinische Assistenzsystem ist dem Hersteller zufolge für Menschen bestimmt.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Das Medizinische Assistenzsystem hat eine gesundheitsbezogene Zweckbestimmung, d. h. es dient der Diagnose, Verhütung, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar

Im zweiten Schritt ist das Medizinprodukt nach Art. 51 MDR entsprechend seiner Zweckbestimmung und Risiken in eine von vier Risikoklassen einzuordnen. Die Klassifizierung erfolgt gemäß der in Anhang VIII MDR aufgeführten Regeln. Bei Software mit einer medizinischen Zweckbestimmung, gleich ob eigenständig oder nicht, findet die Regel 11 Anwendung. Aufgrund der fehlenden Risikobetrachtung innerhalb der MDR in Bezug auf Software sollte zur Klassifizierung weiterhin die EU-Leitlinie 'Guidance on Qualification and Classification of Software in Regulation (EU) 2017/745 – MDR and Regulation (EU) 2017/746 – IVDR'

⁷ Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union. VERORDNUNG (EU) 2017/745 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES vom 5. April 2017 über Medizinprodukte, zur Änderung der Richtlinie 2001/83/EG, der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 und der Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 und zur Aufhebung der Richtlinien 90/385/EWG und 93/42/EWG des Rates. 2017 Apr 5.

(MDCG) hinzugezogen werden. Die nachfolgend aufgeführten Kriterien geben Hinweise zur Einstufung in die Risikoklassen. Sollten alle Kriterien mit 'Ja' beantwortet werden können, so ist von einer Einstufung in eine niedrige Risikoklasse, hier der Risikoklasse IIa auszugehen. Bei der Beantwortung einzelner Kriterien mit 'Nein' ist mit einer Klassifizierung in eine geringere, zumeist aber eine höhere Risikoklasse, zu rechnen. Eine detaillierte Prüfung entsprechend Anhang VIII MDR Regel 11 und Anhang III MDCG wird daher auch hier empfohlen.

Kriterien zur Einstufung in die Risikoklasse IIa	Erfüllt
<i>Die Software ist dazu bestimmt Informationen zu liefern, die zu Entscheidungen für diagnostische oder therapeutische Zwecke herangezogen werden. ODER Die Software dient der Kontrolle von physiologischen Prozessen.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Der Einsatz der Software führt weder direkt noch indirekt zu schwerwiegenden Verschlechterungen des Gesundheitszustands einer Person.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Der Einsatz der Software führt weder zum Tod noch zu irreversiblen Verschlechterungen des Gesundheitszustands einer Person.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Patientenstatus: Die Software ist für den Einsatz bei Personen mit 'langsam' bis 'moderat' fortschreitenden (Gesundheits-)Zuständen gedacht, die zumeist 'nicht lebensbedrohlich' sind.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Art der Erkrankung: Diesen Zuständen liegen entweder 'heilbare Erkrankungen' oder 'nicht heilbare, geringfügige chronische Erkrankungen oder Zustände' zugrunde.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Intervention: Diese Zustände benötigen 'keine größeren therapeutischen Eingriffe' und werden 'nicht als zeitkritisch' angesehen. Eine Behandlung ist i. d. R. notwendig, um 'unnötige Eingriffe zu vermeiden'.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Anwendungszweck: Die Software stellt keine Funktionalitäten zur 'Behandlung, Therapie oder Diagnostik' bereit, sondern dient ausschließlich der 'Hilfe bei der Behandlung' durch Informationen und Managementfunktionalitäten. ODER Die Software stellt Funktionalitäten zur 'Behandlung, Therapie oder Diagnostik' bereit, ist aber ausschließlich für 'langsam fortschreitende Zustände' sowie 'nicht heilbare geringfügige chronische Erkrankungen und Zustände' gedacht, die 'effektiv gemanagt' werden können.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar

Liegt ein Medizinprodukt vor ist das Inverkehrbringen und die Nutzung des Medizinischen Assistenzsystems nach § 6 Abs. 1 MPG nur mit einer CE-Kennzeichnung zulässig. Folglich müssen die Medizinischen Assistenzsysteme den Sicherheits- und Leistungsanforderungen nach Anhang I MDR entsprechen bzw. detaillierte Angaben dazu enthalten, warum einzelne Anforderungen nicht vollständig eingehalten werden können. Insgesamt ist ein angemessenes Nutzen-Risiko-Verhältnis nach aktuellem Stand der Technik umzusetzen (*wirksam und sicher*), inkl. Einsatz, Dokumentation und Fortschreibung eines Risikomanagementsystems. Die Einstufung in die Risikoklasse IIa setzt weiterhin eine klinische Prüfung nach Art. 61 MDR voraus, für die eine Genehmigung durch die zuständige Bundesbehörde, das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM), sowie die zuständige Ethikkommission erforderlich ist. Darüber hinaus ist nach Art. 52 ff. MDR eine Konformitätsbewertung gemäß Anhang IX Kapitel I und III MDR sowie eine Bewertung der technischen Dokumentation unter Beteiligung einer Benannten Stelle durchzuführen.

2. Prüfung der Rahmenbedingungen zur Einstufung als DiGA

Mit Inkrafttreten des „Gesetzes für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation“ (Digitale-Versorgung-Gesetz, DVG) im Dezember 2019 und der damit verbundenen Änderungen des Fünften Buches Sozialgesetzbuch zur Regelung der gesetzlichen Krankenversicherung (SGB V, insb. §§ 33a und 139e) können nach Anhang VIII MDR klassifizierte Medizinprodukte der Risikoklassen I und IIa als DiGA eingestuft werden (*App auf Rezept*). Um rechtlich als DiGA angesehen zu werden, müssen die Medizinprodukte einige grundsätzliche Eigenschaften aufweisen, die in § 33a SGB V festgelegt sind. Sollten alle nachfolgend aufgeführten Kriterien mit ‘Ja’ beantwortet werden können, so kann das Medizinische Assistenzsystem nicht nur als Medizinprodukt sondern auch als DiGA angesehen werden. Eine detaillierte Prüfung entsprechend § 33a SGB V wird dennoch empfohlen.

Kriterien zur Einstufung als DiGA	Erfüllt
<i>Bei dem Medizinischen Assistenzsystem handelt es sich um ein Medizinprodukt einer niedrigen Risikoklasse (I oder IIa).</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Die Hauptfunktion des Medizinischen Assistenzsystems basiert im Wesentlichen auf digitalen Technologien.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Das Medizinische Assistenzsystem unterstützt die Erkennung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten oder die Erkennung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Das Medizinische Assistenzsystem dient <u>NICHT</u> der Primärprävention.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Das Medizinische Assistenzsystem wird <u>NICHT</u> von einem Arzt im Sinne der Praxisausstattung verwendet.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar

3. Prüfung und Umsetzung der Anforderungen zum Fast-Track-Prüfungsverfahren

DiGA sind nur dann erstattungsfähig, wenn sie im Fast-Track-Prüfungsverfahren vom BfArM ins DiGA-Verzeichnis aufgenommen wurden. Die Rechtsgrundlage hierfür bildet die ‘Verordnung über das Verfahren und die Anforderungen zur Prüfung der Erstattungsfähigkeit DiGA in der gesetzlichen Krankenversicherung’ (Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung, DiGAV). Neben Anforderungen zum Datenschutz und zur Informationssicherheit muss eine DiGA eine Vielzahl weiterer Anforderungen an (1) Interoperabilität, (2) Robustheit, (3) Verbraucherschutz, (4) Nutzerfreundlichkeit, (5) Unterstützung von Leistungserbringern, (6) Qualität medizinischer Inhalte und (7) Patientensicherheit erfüllen. Die Erfüllung der Kriterien wird über eine einfache Ja-Nein-Checkliste erhoben⁸. Weiterhin ist ein Nachweis über positive Versorgungseffekte im Hinblick auf den medizinischen Nutzen oder patientenrelevante Struktur- und Verfahrensverbesserungen erforderlich. Hierbei kommen patientenrelevante Endpunkte, wie ‘Verbesserung des Gesundheitszustands’, ‘Verkürzung der Krankheitsdauer’, ‘Verbesserung der Lebensqualität’ sowie ‘Steigerung der Adhärenz’ in Frage (vgl. § 8 Abs. 3 DiGAV).

⁸ Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V. Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender. Bonn: BfArM; 2020 May 05. Chapter 3, Anforderungen an DiGA. p. 37-80.

Die Erfordernisse zum Datenschutz und zur Datensicherheit nach DSGVO und BDSG werden bei DiGA durch weitere Vorgaben des DiGAV konkretisiert und ergänzt, die Voraussetzung für die Aufnahme ins DiGA-Verzeichnis sind. Die nachfolgende Checkliste gibt einen Überblick über die wesentlichsten Erfordernisse zum Datenschutz und zur Datensicherheit.

Erfordernisse zum Datenschutz und zur Datensicherheit	Erfüllt
<i>Es liegt eine gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage (siehe Tatbestände von Art. 9 Abs. 2 DSGVO) oder freiwillige und informierte Einwilligung der Betroffenen zur Verarbeitung personenbezogener Daten vor.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Die Verarbeitung von Gesundheitsdaten erfolgt ausschließlich für den vorab definierten bestimmungsgemäßen Gebrauch der DiGA durch den Anwender (§4 Abs. 2 DiGAV).</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Die Vorgaben nach Art. 5 Abs. 1, Art. 11 und Art. 25 DSGVO bzgl. der Datensparsamkeit und Angemessenheit werden eingehalten. Dementsprechend sind so wenig Daten wie nötig und Daten soweit wie möglich nur anonym oder pseudonym zu verarbeiten.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Die gesetzlichen Lösch- und Sperrfristen werden eingehalten. Nach Art. 17-19 DSGVO sind personenbezogene Daten unverzüglich zu löschen, sobald sie für den ursprünglichen Verwendungszweck nicht mehr benötigt werden, es sei denn sie unterliegen gesetzlichen oder vertraglichen Archivierungspflichten, dann ist eine weitere Speicherung unter Sperrung zulässig.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Gemäß § 4 Abs. 6 DiGAV werden die Basisanforderungen zur Informationssicherheit erfüllt, d. h. Anforderungen zum Schutz der Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Daten (siehe BSI-IT-Grundschutzkatalog).</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Es wird ein aktives Risikomanagement betrieben.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Es wird den allgemeinen Nachweis- und Informationspflichten nachgegangen.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Es findet <u>keine</u> ganz oder teilweise automatisierte Verarbeitung personenbezogener Daten statt (Art. 22 Abs. 1 DSGVO). Demnach sind Entscheidungen verboten, die allein auf einer vollautomatisierten Datenverarbeitung basieren, ohne dass Personen am Verarbeitungsprozess beteiligt sind.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar

4. Feststellung der Abrechnungsfähigkeit

Grundsätzlich ist die Erbringung von Rehabilitationsleistungen im deutschen Gesundheitssystem über das Neunte Buch Sozialgesetzbuch (SGB IX) 'Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen' geregelt. Hinzu kommen Regelungen für einzelne Leistungsträger über die entsprechenden Sozialgesetzbücher. Zu den Leistungsträgern zählen neben der gesetzlichen Rentenversicherung und den gesetzlichen Krankenkassen (GKV) auch die gesetzliche Unfallversicherung und die Bundesagentur für Arbeit sowie in besonderen Fällen Träger der öffentlichen Jugendhilfe, der Sozialhilfe und die Kriegsopferversorgung. Welcher Träger für die Erbringung einer Leistung zuständig ist, ist abhängig von den 'Rehabilitationszielen', den 'Anspruchsberechtigungen' und den 'zu erbringenden Leistungen'. I. d. R. sind auf GISMOR basierende DiGA nicht über die üblichen Leistungsträger abrechnungsfähig, weder als 'Leistungen zu me-

dizinisch/beruflichen Rehabilitation' noch zur 'Teilhabe am Leben' (siehe SGB IX). Eine Abrechnung ist also erst durch das Inkrafttreten des DVG möglich. Voraussetzung hierfür ist die Zertifizierung als DiGA übers BfArM.

5. Prüfung qualitativer Rahmenbedingungen

Neben den bereits genannten Anforderungen an den Datenschutz und die Datensicherheit, die sich direkt aus der MDR, der DSGVO und der DiGAV ergeben, sowie den hier erwähnten Qualitätsanforderungen an DiGA, sollte Gesundheitssoftware eine Reihe weiterer Kriterien erfüllen. Bei der Entwicklung von Gesundheitssoftware kommen daher verschiedene Normen und Standards zum Tragen. Eine Liste der hilfreichsten Normen und Standards zur Erfüllung der umfangreichen Anforderungen an Gesundheitssoftware ist nachfolgend aufgeführt.

Normen und Standards	Einsatzzweck
<i>IEC 62304: „Medizingeräte-Software – Software-Lebenszyklus-Prozesse“</i>	Die IEC 62304 befasst sich mit der praktischen Umsetzung der Vorgaben des MDR zum Software-Lebenszyklus von Medizinprodukten. Sie umfasst sowohl Vorgaben zur Entwicklung, Wartung und Problemlösung als auch Anforderungen zum Qualitäts-, Konfiguration- und Risikomanagement. Hierbei wird empfohlen die zu erfüllenden Anforderungen stets gemäß Sicherheitsklasse C zu dokumentieren. Dies entspricht ebenfalls den Vorgaben der Food and Drug Administration (FDA) konformen Dokumentation.
<i>IEC 82304-1: „Gesundheitssoftware – Allgemeine Anforderungen an die Produktsicherheit“</i>	Die IEC 82304-1 definiert Anforderungen an jegliche eigenständige Software, die im Bereich Medizin und Gesundheit eingesetzt werden soll, wie auch mHealth Apps, die nicht als Medizinprodukte klassifiziert sind. Die IEC 82304-1 ist zwar nicht verpflichtend, stellt aber eine Vielzahl von übergeordneten Forderungen auf, die dazu beitragen qualitativ hochwertige und sichere Softwareprodukte zu entwickeln, die dem Stand der Technik entsprechen. Die Anforderungen reichen von 'einfachen' Produkthanforderungen, wie Design-, Nutzungs-, System- und Updateanforderungen, über Anforderungen zum Lebenszyklus bis hin zu Anforderungen an Begleitdokumente und Phasen nach Inbetriebnahme eines Produkts.
<i>ISO/IEC 25010: „Software-Engineering – Qualitätskriterien und Bewertung von Softwareprodukten“</i>	Die ISO/IEC 25010 dient zur Spezifikation und Prüfung von Systemanforderungen im Sinne von Software-Qualitätskriterien, wie Funktionalität, Zuverlässigkeit, Übertragbarkeit und Kompatibilität.
<i>IEC 62366: „Medizinprodukte – Anwendung der Gebrauchstauglichkeit auf Medizinprodukte“</i>	Die IEC 62366 bietet sich an, um die Forderungen der MDR an die Gebrauchstauglichkeit (Usability) eines Software Medical Devices zu erfüllen. Sie definiert Prozesse zur Dokumentation des Nutzungskontexts sowie zur Spezifikation und Verifikation der Usability. Das Ziel der Erfüllung der Anforderungen an die Benutzer-Produkt-Schnittstelle liegt in einer Reduzierung der Risiken durch fehlende Usability und damit 'falsche' Anwendung des Produkts.

4 Patientenebene: Welche Adhärenz- und Motivationsfaktoren sind im Rehabilitationsprozess besonders relevant?

Die Patientenebene ergründet die Erhebung und Bereitstellung patientenindividueller Faktoren und Charakteristika, die einen Einfluss auf die Motivation und Adhärenz von Patienten im Rehabilitationsprozess haben. Sie ist damit Basis für den Dienst Motivationssteigerung. Zur Ermittlung relevanter Adhärenz- und Motivationsfaktoren in der Rehabilitation wird die Domänenontologie OnTARi verwendet. OnTARi bietet einen umfangreichen Überblick über potentielle Einflussfaktoren und ihrer Zusammenhänge in verschiedenen Rehabilitationsprozessen. Die Ontologie dient als Wissensbasis für die zielgerichtete Auswahl und Implementierung von Spiel-Design-Elementen und somit zur adäquaten Adressierung einzelner Adhärenz- und Motivationsfaktoren.

1. Vorbereitung

OnTARi steht unter <https://github.com/PLRI/OnTARi> zum Download bereit. Die zugehörige OWL-Datei ist lokal auf dem Rechner zu speichern und anschließend mittels des kostenfreien Ontologie-Editors Protégé zu öffnen. Sollte Protégé noch nicht auf dem Rechner installiert sein, ist die Software hier herunterzuladen: <https://protege.stanford.edu/>.

2. Definition notwendiger Abfrageparameter

Zunächst ist zu entscheiden, welche Adhärenzfaktoren erfragt werden sollen. Dies erfolgt durch die Definition der Adhärenzdimension, der Adhärenzfaktorkategorie und des Rehabilitationstyps. Die Adhärenzdimension beschreibt, welche Arten von Adhärenzfaktoren ermittelt werden sollen. Hierbei können nur einzelne Dimensionen betrachtet werden oder auch alle Dimensionen gemeinsam. Die Adhärenzfaktorkategorie dient dazu zu entscheiden, ob alle möglichen Faktoren ermittelt werden sollen, oder nur solche die üblicherweise eine Wirkung auf die Adhärenz haben (harte Faktoren) oder Faktoren, die eher selten eine Wirkung haben (weiche Faktoren). Zu guter Letzt ist zu entscheiden, ob die Adhärenzfaktoren entsprechend eines bestimmten Rehabilitationstyps gefiltert werden sollen, bspw. nur die Adhärenzfaktoren angezeigt werden sollen, die in der kardiologischen Rehabilitation von besonderer Relevanz sind. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass OnTARi in der aktuellen Version 1.0.1 keine Vollständigkeit in Bezug auf die Zuordnung zum Rehabilitationstyp aufweist. Eine ergänzende Betrachtung weiterer genereller Adhärenzfaktoren bietet sich daher i. d. R. an.

Parameter	Ausprägungen
<i>Adhärenzdimension:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Adhärenzfaktoren aller Dimensionen • Patientenbezogene Adhärenzfaktoren • Sozioökonomische Adhärenzfaktoren • Therapiebezogene Adhärenzfaktoren • Gesundheitszustandsbezogene Adhärenzfaktoren • Gesundheitssystembezogene Adhärenzfaktoren
<i>Adhärenz faktorkategorie:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nur harte Faktoren • Nur weiche Faktoren • Alle Faktoren
<i>Rehabilitationstyp:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitation ganz allgemein • Kardiologische Rehabilitation • Neurologische Rehabilitation • Onkologische Rehabilitation • Orthopädische Rehabilitation • Metabolische Rehabilitation • Pulmonale Rehabilitation • Suchtrehabilitation • Psychosomatische Rehabilitation

3. Ausführen der entsprechenden DL Query in Protégé

Um eine Abfrage an OnTARi zu stellen, ist über den Menüpunkt *Reasoner* zunächst der ELK 0.4.3 Reasoner auszuwählen und schließlich mittels *Start Reasoner* zu starten. Anschließend ist der Reiter *DL Query* auszuwählen und im Fenster *DL Query: Query (class expression)* die entsprechende DL Query einzugeben. Durch Anklicken des Buttons *Execute* kann schließlich die eigentliche Abfrage gestartet werden. OnTARi beantwortet folgende Abfragen:

1. Ausgabe aller Adhärenzfaktoren einer bestimmten Adhärenzdimension:

`AdherenceDimension`

2. Ausgabe aller harten Adhärenzfaktoren:

`AdherenceFactors and has_factor_category some HardFactor`

3. Ausgabe aller harten Adhärenzfaktoren einer bestimmten Adhärenzdimension:

`[AdherenceDimension] and has_factor_category some HardFactor`

4. Ausgabe aller Adhärenzfaktoren, die in einem bestimmten Rehabilitationstyp besonders relevant sind:

`AdherenceFactors and is_particular_relevant_in some [RehabilitationType]`

5. Ausgabe aller harten Adhärenzfaktoren in einer bestimmten Adhärenzdimension unter Berücksichtigung des Rehabilitationstyps:

`[AdherenceDimension] and has_factor_category some HardFactor and is_particular_relevant_in some [RehabilitationType]`

6. Ausgabe aller Adhärenzfaktoren, die von einem bestimmten anderen Faktor beeinflusst werden:

`AdherenceFactors and is_influenced_by some [AdherenceFactor]`

7. Ausgabe der Adhärenzfaktoren, die einen bestimmten Faktor beeinflussen:

`AdherenceFactors and influences some [AdherenceFactor]`

4. Anzeige der Ergebnisse

Im Fenster *Query results* werden nun die Abfrageergebnisse angezeigt. Dabei ist es möglich die Menge der Suchergebnisse auf alle Subklassen auszuweiten, auch die indirekten. Hierzu ist im Fenster *Query results* im Menü *Query for* lediglich die Auswahl *Subclasses* zu aktivieren. Details zu einem Adhärenzfaktor, wie die Definition und eine deutsche Übersetzung, können durch Anklicken des entsprechenden Adhärenzfaktors angezeigt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass im Reiter *DL Queries* auch das Annotationsfenster einer Klasse enthalten ist. Sollte dies nicht der Fall sein, kann dies über den Reiter *Window* → *Views* → *Class views* → *Annotations* einfach an eine beliebige Stelle der eigenen Ansicht eingefügt werden.

Beispiele

1. Rehabilitation von Patienten mit Diabetes

Für eine DiGA zur Steigerung der Selbstmanagementfähigkeiten von Patienten mit Diabetes während der Rehabilitation sollen alle patientenbezogenen Adhärenzfaktoren ermittelt werden, die in der metabolischen Rehabilitation von besonderer Relevanz sind. Dabei ist es egal, ob es sich um einen harten oder weichen Adhärenzfaktor handelt.

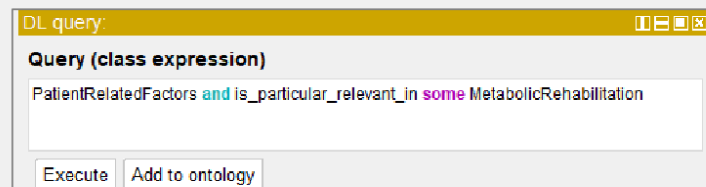
1. Definition notwendiger Abfrageparameter

Adhärenzdimension: Patientenbezogene Adhärenzfaktoren

Adhärenzfaktorkategorie: Alle Faktoren

Rehabilitationstyp: Metabolische Rehabilitation

2. Ausführen der entsprechenden DL Query in Protégé

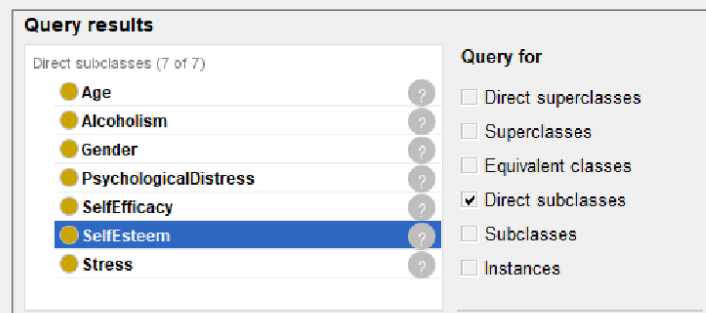


DL query: ⏏ ⏏ ⏏ ⏏

Query (class expression)

PatientRelatedFactors and is_particular_relevant_in some MetabolicRehabilitation

3. Anzeigen der Ergebnisse



Query results

Direct subclasses (7 of 7)

● Age	?
● Alcoholism	?
● Gender	?
● PsychologicalDistress	?
● SelfEfficacy	?
● SelfEsteem	?
● Stress	?

Query for

- ☐ Direct superclasses
- ☐ Superclasses
- ☐ Equivalent classes
- ☒ Direct subclasses
- ☐ Subclasses
- ☐ Instances

Annotations: SelfEsteem

Annotations

Definition_EN [type: rdfs:Literal]

Describes the subjective evaluation (attitudes) of a persons own worth, e.g. I am loved, I am not liked.

Synonym [type: rdfs:Literal]

self-worth

Translation_GER [type: rdfs:Literal]

Selbstachtung

Translation_GER [type: rdfs:Literal]

Selbstwertgefühl

Da das Selbstwertgefühl nur sehr schwer eingeschätzt werden kann, soll ergänzend ermittelt werden, durch welche anderen Adhärenzfaktoren das Selbstwertgefühl beeinflusst wird, um diese ggf. zusätzlich adressieren zu können. Hierzu wird eine ergänzende Abfrage an OnTARi gestellt.

DL query:

Query (class expression)

AdherenceFactors and influences some SelfEsteem

Query results

Direct subclasses (2 of 2)

- CognitiveFunctioning**
- SocialSupport**

Subclasses (11 of 12)

- AttentionAbility**
- CognitiveFunctioning**
- FamilySupport**
- LanguageAbility**
- LearningAbility**
- MemoryAbility**
- Problem SolvingAbility**
- SocialSupport**
- SocialSupportNetworks**
- SupportOfCoWorkers**
- SupportOfFriends**

Query for

- ☐ Direct superclasses
- ☐ Superclasses
- ☐ Equivalent classes
- ☒ Direct subclasses
- ☒ **Subclasses**
- ☐ Instances

Result filters

Name contains

☐ Display owl:Thing
(in superclass results)

☐ ...

2. Rehabilitation von Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz

Für eine DiGA zur Unterstützung von Patienten mit einer chronischen Herzinsuffizienz sollen alle harten gesundheitszustandsbezogenen Adhärenzfaktoren ermittelt werden, die in der kardiologischen Rehabilitation von besonderer Relevanz sind.

1. Definition notwendiger Abfrageparameter

Adhärenzdimension: Gesundheitszustandsbezogene Adhärenzfaktoren

Adhärenzfaktorkategorie: Nur harte Faktoren

Rehabilitationstyp: Kardiologische Rehabilitation

2. Ausführen der entsprechenden DL Query in Protégé

DL query: ⏏ ⏏ ⏏

Query (class expression)
 ConditionRelatedFactors and has_factor_category some HardFactor and
 is_particular_relevant_in some CardiologicalRehabilitation

Execute
Add to ontology

3. Anzeige der Ergebnisse

Query results

Direct subclasses (6 of 6)

- CardiologicalComorbidity** ?
- Depression** ?
- Diabetes** ?
- FunctionalCapacity** ?
- Obesity** ?
- PulmonaryComorbidity** ?

Subclasses (7 of 8)

- CardiologicalComorbidity** ?
- Depression** ?
- Diabetes** ?
- Frailty** ?
- FunctionalCapacity** ?
- Obesity** ?
- PulmonaryComorbidity** ?

Query for

☐ Direct superclasses

☐ Superclasses

☐ Equivalent classes

☒ Direct subclasses

☒ Subclasses

☐ Instances

Result filters

Name contains

☐ Display owl:Thing
(in superclass results)

3. Rehabilitation von Patienten mit Frozen Shoulder

Für eine bereits bestehende DiGA zur Unterstützung der Telerehabilitation von Patienten mit einer Frozen Shoulder sollen alle harten Adhärenzfaktoren ermittelt werden, die in der orthopädischen Rehabilitation von besonderer Relevanz sind.

1. Definition notwendiger Abfrageparameter

Adhärenzdimension: Adhärenzfaktoren aller Dimensionen

Adhärenzfaktorkategorie: Nur harte Faktoren

Rehabilitationstyp: Orthopädische Rehabilitation

2. Ausführen der entsprechenden DL Query in Protégé

DL query: ⏏ ⏏ ⏏ ⏏

Query (class expression)

AdherenceFactors and has_factor_category some HardFactor and is_particular_relevant_in some OrthopedicRehabilitation

Execute Add to ontology

3. Anzeige der Ergebnisse

Query results

Direct subclasses (17 of 17)

- ☒ Age ?
- ☒ BeliefsInTheEffectsOfTherapy ?
- ☒ Comorbidity ?
- ☒ ComplexityOfTreatment ?
- ☒ ControlBeliefs ?
- ☒ ExperiencesWithTheHealthCareSystem ?
- ☒ FeedbackFromHealthCareProfessionals ?
- ☒ Intention ?
- ☒ Motivation ?
- ☒ PerceivedDisability ?
- ☒ PersonalAndCommunityResources ?
- ☒ PreviousAdherenceBehavior ?
- ☒ SelfEfficacy ?
- ☒ SocialSupport ?
- ☒ SocioeconomicStatus ?
- ☒ Stress ?
- ☒ TherapeuticRelationship ?

Query for

- ☐ Direct superclasses
- ☐ Superclasses
- ☐ Equivalent classes
- ☒ Direct subclasses
- ☐ Subclasses
- ☐ Instances

Result filters

Name contains

- ☐ Display owl:Thing (in superclass results)
- ☐ Display owl:Nothing (in subclass results)

Annotations: SelfEsteem ⏏ ⏏ ⏏ ⏏

Annotations +

Definition_EN [type: rdfs:Literal] @ x o

Describes the subjective evaluation (attitudes) of a persons own worth, e.g. I am loved, I am not liked.

Synonym [type: rdfs:Literal] @ x o

self-worth

Translation_GER [type: rdfs:Literal] @ x o

Selbstachtung

Translation_GER [type: rdfs:Literal] @ x o

Selbstwertgefühl

5 Gamificationsebene: Welche Spiel-Design-Elemente sind auszuwählen und wie sind diese zu gestalten?

Die Gamificationsebene bietet Unterstützung bei der gezielten Auswahl, Kombination und dem Design von Spiel-Design-Elementen zur Adhärenz- und Motivationssteigerung, um den größtmöglichen Nutzen mit Blick auf den individuellen Patienten zu erzielen.

1. Spezifikation der Zielgruppe aus medizinisch-therapeutischer Sicht

Zunächst ist die Zielgruppe der DiGA zu identifizieren. Aus medizinisch-therapeutischer Sicht beinhaltet dies zunächst die Angabe der Hauptindikation und der hiermit assoziierten Begleiterkrankungen und Beschwerden. Im zweiten Schritt sind die Therapieziele zu definieren. Ebenso sind in diesem Schritt die vom Nutzer mit Hilfe einer DiGA auszuführenden medizinisch-therapeutischen und begleitenden Aktivitäten genauestens zu beschreiben. Dabei ist auch festzulegen, welche Aktivitäten explizit nicht durchgeführt werden sollen. Im nächsten Schritt sind übliche Symptome sowie kognitive und physische Einschränkungen zu ermitteln, die einen Einfluss auf die Nutzung der Anwendung haben können.

2. Spezifikation der Zielgruppe als Spielende

Zur Adressierung der zuvor ermittelten medizinisch-therapeutischen Anforderungen an die Zielgruppe ist es erforderlich auch spielerische Aspekte mit in den Design-Prozess einzubeziehen. Hierzu ist die Zielgruppe aus demographischer, psychographischer und behavioristischer Perspektive zu beschreiben. Dementsprechend sind zunächst das Alter und Geschlecht der Zielgruppe zu bestimmen und etwaige Besonderheiten in Bezug auf das Genre der spielerischen Anwendung sowie eine altersgerechte Aufbereitung der Inhalte herauszuarbeiten⁹. Die Einstellungen, Interessen und das Verhalten der Nutzer im Hinblick darauf warum eine spielerische Anwendung verwendet wird, lassen sich über verschiedene Spielertypen beschreiben. Diese lassen sich u. a. durch Befragungen der Zielgruppe mittels Bartle-Test¹⁰ bestimmen.

- Archiver - Planners vs. Opportunists
- Explorer - Scientists vs. Hackers
- Killer - Politicians vs. Griefer
- Socializer - Networkers vs. Friends

Um eine möglichst breite Masse unterschiedlicher Persönlichkeiten anzusprechen, sollten wenn möglich alle Spielertypen in einer Anwendung adressiert werden.

3. Vorbereitung zur Auswahl und Kombination von Spiel-Design-Elementen

Spiel-Design-Elemente können als Anreize dazu beitragen kognitive, soziale und emotionale Bedürfnisse zu befriedigen, wie das Streben nach Erfolg und sozialer Interaktion. Die durch

⁹ Weiterführende Information finden sich in: Steiner B. Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification [Dissertation]. Braunschweig: TU Braunschweig; 2021.

¹⁰ <https://matthewbarr.co.uk/bartle/>

Gamification angestrebte Transformation von Rehabilitationsprozessen kann sowohl die Adhärenz zu einzelnen Handlungen und Aufgaben steigern als auch den Nutzer dazu bewegen eine DiGA kontinuierlich zu verwenden, um somit eine angemessene Adhärenz über mehrere Phasen des Rehabilitationsprozesses zu erreichen.

Die Ontologie ‘An Psychological Perspective on Game-Design-Elements’ (PsychoGame) bietet einen umfangreichen Überblick über Spiel-Komponenten¹¹ und die durch sie realisierbaren Spiele-Mechaniken¹² und Spiele-Dynamiken¹³ sowie die durch sie adressierbaren psychologischen Bedürfnisse. PsychoGame steht unter <https://github.com/PLRI/PsychoGame> zum Download bereit. Zur Nutzung der Ontologie ist die zugehörige OWL-Datei lokal auf dem Rechner zu speichern und anschließend mittels des kostenfreien Ontologie-Editors Protégé zu öffnen.

4. Erarbeitung spielerischer Lösung mittels Spiel-Design-Elementen

Die Erarbeitung spielerischer Lösungen zur Überwindung von Adhärenz- und Motivationsprädiktoren erfolgt in vier aufeinander aufbauenden Schritten, die im Folgenden beschrieben sind.

4.1. Problemidentifikation

Im ersten Schritt ist zu bestimmen, welche Motivations- und Adhärenzfaktoren durch den Einsatz von Spiel-Design-Elementen adressiert werden sollen. Eine gute Ausgangsbasis bietet die bereits in der Patientenebene vorgestellte Ontologie OnTARi. Ergänzend können, je nach Einsatzzweck einer DiGA, vertiefende Analysen zu den Prädiktoren einer Rehabilitationsphase oder einer einzelnen Rehabilitationsmaßnahme durchgeführt werden. Sollte es das Ziel sein mittels GISMOR eine bestehende DiGA zu optimieren, wird empfohlen eine zusätzliche Schwachstellenanalyse durchzuführen, um konkrete Verbesserungspotentiale zu ermitteln.

4.2. Identifikation zu adressierender Bedürfnisse und Spiele-Mechaniken

Im zweiten Schritt sind für die einzelnen zuvor ermittelten Probleme, förderliche Spiele-Mechaniken und psychologische Bedürfnisse¹⁴ herauszuarbeiten, die den Prädiktor entweder direkt oder indirekt adressieren können. Die Ontologie PsychoGame enthält hierzu eine Übersicht potentiell geeigneter Spiele-Mechaniken und psychologischer Bedürfnisse. Unter https://github.com/PLRI/PsychoGame/blob/main/Zielbaeume_HarteAdhaerenzfaktoren_Rehabilitation_GERMAN.pdf finden sich darüber hinaus eine Reihe von Zielbäumen, die für ausgewählte Adhärenzfaktoren konkrete psychologische Bedürfnisse, Spiele-Mechaniken und auch Design-Prinzipien beschreiben, die für die gezielte Adressierung dieser geeignet sind.

Insgesamt ist zu beachten, dass nur dann psychologische Bedürfnisse befriedigt bzw. adressiert werden können, wenn ein Nutzer die DiGA, mit denen die Spiel-Design-Elemente verknüpft sind, freiwillig verwendet.

¹¹ Spiele-Komponenten sind die von einem Nutzer wahrgenommenen Elemente einer spielerischen Anwendung.

¹² Spiele-Mechaniken bilden die grundlegenden Prozesse einer spielerischen Anwendung ab.

¹³ Spiele-Dynamiken beschreiben die einem Spiel zugrunde liegenden konzeptuellen Strukturen bzw. Erfahrungen.

¹⁴ Weiterführende Information finden sich in: Steiner B. Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification [Dissertation]. Braunschweig: TU Braunschweig; 2021.

4.3. Auswahl und Kombination potentiell geeigneter Spiele-Komponenten

Im dritten Schritt gilt es nun potentiell geeignete Spiele-Komponenten auszuwählen und miteinander zu kombinieren, sodass sie die zuvor ermittelten psychologischen Bedürfnisse adäquat adressieren bzw. die ermittelten Spiele-Mechaniken und Spiele-Dynamiken auslösen können. Die Ontologie PsychoGame stellt hierzu die folgenden Abfragen zur Verfügung:

1. Ausgabe aller Spiele-Komponenten, die ein bestimmtes Bedürfnis befriedigen können:
Components and may_address some [Motivator]
2. Ausgabe aller Spiele-Komponenten, die einen bestimmten Prozess anstoßen können:
Components and may_indicate some [Mechanic]
3. Ausgabe aller Spiele-Komponenten, die eine bestimmte Spiele-Dynamik auslösen können:
Components and may_trigger some [Dynamic]

Um eine Abfrage an PsychoGame zu stellen, ist über den Menüpunkt *Reasoner* zunächst der ELK 0.4.3 Reasoner auszuwählen und schließlich mittels *Start Reasoner* zu starten. Anschließend ist der Reiter *DL Query* auszuwählen und im Fenster *DL Query: Query (class expression)* die entsprechende DL Query einzugeben. Durch Anklicken des Buttons *Execute* wird die eigentliche Abfrage gestartet.

Im Fenster *Query results* werden nun die Abfrageergebnisse angezeigt. Dabei ist es möglich die Menge der Suchergebnisse auf alle Subklassen auszuweiten, auch die indirekten. Hierzu ist im Fenster *Query results* im Menü *Query for* lediglich die Auswahl *Subclasses* zu aktivieren. Details zu einer Spiele-Komponente, wie die Definition und eine deutsche Übersetzung, können durch Anklicken dieser angezeigt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass im Reiter *DL Queries* auch das Annotationsfenster einer Klasse enthalten ist. Sollte dies nicht der Fall sein, kann dies über den Reiter *Window* → *Views* → *Class views* → *Annotations* einfach an eine beliebige Stelle der eigenen Ansicht eingefügt werden.

4.4. Design der Spiele-Komponenten

Es ist zu beachten, dass einzelne Spiele-Komponenten und -Mechaniken, je nach Ausgestaltung, unterschiedliche Spiele-Dynamiken auslösen können und damit andere Motive bzw. Bedürfnisse adressiert werden können. Somit ist nicht jede Spiele-Komponente, die potentiell ein psychologisches Bedürfnis befriedigen und damit einen Adhärenzfaktor adressieren kann, auch in jedem Fall dazu geeignet dies zu tun. Im vierten und letzten Schritt sind folglich die Design-Möglichkeiten der identifizierten Spiele-Komponenten zu bestimmen, um abschließend entscheiden zu können, ob und wie eine Spiele-Komponente tatsächlich zur Adressierung eines psychologischen Bedürfnisses und somit eines Adhärenzfaktors geeignet ist. Vertiefende Informationen zu den Gestaltungsmöglichkeiten einer Vielzahl von Spiele-Komponenten finden sich im Kapitel 4.5.3 der Dissertation 'Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification'¹⁵ von Steiner B. Darüber hinaus zeigen die unter

¹⁵ Steiner B. Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification [Dissertation]. Braunschweig: TU Braunschweig; 2021. Kapitel 4.5.3, Spiel-Design-Elemente und ihre Wirkung.

https://github.com/PLRI/PsychoGame/blob/main/Zielbaeume_HarteAdhaerenzfaktoren_Rehabilitation_GERMAN.pdf aufgeführten Zielbäume für alle in OnTARi enthaltenen harten Adhärenzfaktoren konkrete spielerische Lösungsansätze auf, die sowohl ein zielgruppengerechtes Design als auch die unterschiedlichen Ausgestaltungsmöglichkeiten einzelner Spiele-Komponenten berücksichtigen. Erläuternde Texte zu den in den Zielbäumen dargestellten Lösungsansätzen finden sich ebenfalls in der Dissertation von Steiner B. (siehe Kapitel 4.5.5).

5. Prüfen der Rahmenbedingungen für den erfolgreichen Einsatz von Gamification

Bei der Implementierung von Spiele-Komponenten sind eine Vielzahl von Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die einen Betrag dazu leisten ein möglichst effizientes Gamification-konzept zu entwickeln. Die nachfolgende Checkliste dient zur Überprüfung zentraler Gamification-Heuristiken.

Heuristik	Erfüllt
<i>Definition klarer Ziele und Teilziele.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Berücksichtigung nutzergenerierter Ziele.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Schaffen von Transparenz bzgl. implementierter Regeln.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Anzeige des Fortschritts eines Nutzers inkl. dem Vergleich von Ergebnissen.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Bereitstellung eines unmittelbaren Feedbacks.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Verwendung bedeutungsvoller Belohnungen.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Nutzer hat Kontrolle über die Anwendung.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Herausforderungen, Strategie und Geschwindigkeit stehen in Balance.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Die erste Erfahrung mit der Anwendung ist ermutigend.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Die Story unterstützt das Spielen und hat eine Bedeutung.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Aufgaben haben eine angemessene Chance zur Realisierung (ausgewogen).</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Aufgaben können an die Fähigkeiten der Nutzer angepasst werden.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Es gibt keine wiederholenden und langweiligen Aufgaben.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Die Nutzer können sich selbst entfalten.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Unterstützung verschiedener Spielstile.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Vermeidung von Stagnationen auf einem Level.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Die Anwendung ist in sich konsistent.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Das Spiel nutzt orthogonale Abschnitte.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Der Nutzer kann keine hart erspielten Güter verlieren.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend
<i>Fähigkeitsbeurteilungen zur Individualisierung</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht zutreffend

Beispiel

Rehabilitation von Patienten mit Frozen Shoulder

Für eine bereits bestehende DiGA zur Unterstützung der Telerehabilitation von Patienten mit einer Frozen Shoulder soll ein Gamificationkonzept entwickelt werden, dass die Adhärenz in Bezug auf die Durchführung von häuslichen Eigenübungen steigert.

1. Spezifikation der Zielgruppe aus medizinisch-therapeutischer Sicht

Hauptindikation:	Schulterläsionen, ICD-10 Diagnosen M75.0.-M75.9 (exkl. M75.2, M75.6, M75.7)
Assoziierte Begleiterkrankungen:	Nackenbeschwerden
Therapieziele:	Verringerung von Schulterschmerzen, Erhöhung der aktiven Beweglichkeit der Schulter
Medizinische Aktivitäten:	Aktive Schulterübungen mit Rotationsbewegungen; Vermeidung von Übungen zur Schulterflexion
Symptome:	Schmerzen im Schultergelenk, Einschränkung der Beweglichkeit, Schmerzen in der Nacht
Kognitive Einschränkungen:	Keine direkt indiziert
Physische Einschränkungen:	Bewegungseinschränkungen der betroffenen Schulter

Die Analyse der Zielgruppe aus medizinisch-therapeutischer Sicht zeigt, dass eine individuelle Schwierigkeitsanpassung bei Aufgaben und Quests erforderlich ist, die Bewegungen der Schulter erfordern. Hierbei ist weiterhin darauf zu achten, dass vom Patienten keine Bewegungen durchgeführt werden müssen, die eine Flexion der Schulter erfordern.

2. Spezifikation der Zielgruppe als Spielende

Sowohl Männer als auch Frauen leider unter (chronischen) Schulterschmerzen aufgrund von Schulterläsionen. Somit sollte ein Genre gewählt werden, dass sowohl Männer auch als Frauen anspricht. Entsprechend aktueller Statistiken¹⁶ eignen sich sowohl Casual Games als auch Managementspiele für diesen Zweck. Alternativ könnten auch unterschiedliche Genres in Form von Minispielen angeboten werden aus denen ein Nutzer, je nach Interessen, frei wählen kann.

Schulterläsionen treten vorwiegend in der Altersgruppe von 45-64 Jahren auf. In dieser Altersgruppe sind Lehr- und Strategiespiele sowie Simulatoren und Adventure am beliebtesten.

Befragungen unter den Patienten zum Spielertyp haben ergeben, dass sich die meisten mit den Dimensionen 'Socializer' und 'Achiever' identifizieren. Beim Design der spielerischen Anwendung ist daher besonders auf diese Spielertypen einzugehen. 'Explorer' und 'Killer' sollten dennoch, soweit dies möglich ist, ebenfalls angesprochen werden.

¹⁶ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/315938/umfrage/umfrage-zu-den-bevorzugten-gaming-genres-in-deutschland/>

3. Problemidentifikation

OnTARi konnte insgesamt 17 harte Adhärenzfaktoren ermitteln, die in der orthopädischen Rehabilitation von besonderer Relevanz sind. Ziel ist es, mit Hilfe eines Gamificationkonzepts, zunächst die Adhärenzfaktoren Kontrollüberzeugungen und Stress zu adressieren. Eine zusätzliche Schwachstellenanalyse in Form einer Befragung der Patienten hat darüber hinaus ergeben, dass den Patienten der direkte Kontakt zu ihrem behandelnden Physiotherapeuten fehlt.

4. Identifikation zu adressierender Bedürfnisse und Spiele-Mechaniken

Gemäß der auf GitHub zur Verfügung stehenden Zielbäume wirkt sich eine hohe interne Kontrollüberzeugung positiv auf die Adhärenz aus. Die Befriedigung der Bedürfnisse Wertschätzung und Anerkennung, Teilhabe und Selbstbestimmung nehmen positiven Einfluss auf die Kontrollüberzeugungen. Weiterhin tragen die Spiele-Mechaniken individuelles Lernen und Feedback dazu bei, die internalen Kontrollüberzeugungen zu erhöhen. Stress kann durch soziale Unterstützung sowie die Spiel-Design-Aspekte Immersion, klare Regeln und Ziele sowie Spaß und Freude beim Einsatz der Anwendung reduziert werden. Aus den Zielbäumen lässt sich weiterhin ableiten, dass der Kontakt zum behandelnden Physiotherapeuten durch die Befriedigung des Bedürfnisses soziale(r) Interaktion und Austausch sowie die Spiele-Mechaniken Feedback und Belohnungen von Behandlern verbessert werden kann.

5. Auswahl und Kombination potentiell geeigneter Spiele-Komponenten

Gemäß PsychoGame ist eine Reihe von Spiele-Komponenten dazu geeignet, die vorab beschriebenen psychologischen Bedürfnisse und damit Adhärenzfaktoren zu adressieren. Mit Blick auf den Adhärenzfaktor Kontrollüberzeugungen umfasst dies u. a. die Spiele-Komponenten kaskadierende Informationen, Fortschrittsanzeigen und motivierende Nachrichten.

6. Design der Spiele-Komponenten

Zur Steigerung der internalen Kontrollüberzeugung muss einem Patienten klar sein, dass sich seine Handlungen und Verhaltensweisen sowohl positiv als auch negativ auf ein Ereignis bzw. einen Zustand auswirken können, hier insbesondere auf den eigenen Gesundheitszustand und den Genesungsprozess. Hierbei spielt die Gesundheitskompetenz eine wesentliche Rolle. Die Analysen in der Arbeit von Steiner B.¹⁷ zeigen, dass hierbei die Vermittlung von Informationen zur positiven Wirkung therapeutischer Maßnahmen und zu den Folgen einer Nicht-Behandlung bzw. einer nicht regelmäßigen Wahrnehmung einzelner Dienstleistungen im Vordergrund steht. Gemäß PsychoGame und den zugehörigen Zielbäumen lässt sich dies durch eine Kombination von leistungsbezogenem Feedback und individuellem Lernen fördern. Erklärende und motivierende Nachrichten lösen gleichermaßen beide Spiele-Mechaniken aus. Ergänzend können auch hier kaskadierende Informationen und Fortschrittsanzeigen eingesetzt werden.

¹⁷ Steiner B. Digitale Gesundheitsanwendungen in der Rehabilitation: Adhärenz und Motivation durch Gamification [Dissertation]. Braunschweig: TU Braunschweig; 2021.

6 Prozessebene: Wie ist die DiGA in den Versorgungsprozess einzubinden?

Für den erfolgreichen Einsatz einer DiGA ist es notwendig diese so gut wie möglich in den Rehabilitationsprozess zu integrieren, unabhängig davon, ob es sich um eine DiGA zur Unterstützung einer einzelnen therapeutischen Maßnahme, einer Rehabilitationsphase oder des gesamten Versorgungsprozesses handelt. Dies erfordert einen umfangreichen Überblick über den jeweiligen Rehabilitationsprozess bzw. Subprozess, sowohl aus medizinisch-therapeutischer Sicht als auch aus Patientensicht, die auch bürokratische und rechtliche Aspekte beinhaltet.

1. Erhebung und Einteilung des Rehabilitationsprozesses in einzelne Abschnitte

Zur Integration einer DiGA als Baustein in einen Rehabilitationsprozess ist es notwendig diese in eine oder mehrere Rehabilitationsphasen und/oder Erkrankungsstadien unter Berücksichtigung der Patientensicht einzuordnen. Hierbei sind sowohl die primären als auch sekundären Einbindungsmöglichkeiten zu beschreiben sowie Abhängigkeiten zu anderen Rehabilitationsphasen aufzuzeigen und entsprechend in der DiGA abzubilden.

Leitlinien und Handlungsempfehlungen bilden eine gute Orientierung dafür, welche konkreten Maßnahmen wann und in welcher Form für einen individuellen Patienten aus medizinischer Sicht in Frage kommen. Faktoren, wie die Rehabilitationsphase, die Indikation, das Erkrankungsstadium, die Einschränkungen und Symptome eines Patienten sowie psychosoziale Faktoren werden hierbei berücksichtigt. Über ergänzende IST-Analysen sind auch patientenspezifische Faktoren zu erheben, die im Sinne des Patient-Empowerments zu bedenken sind. Hierzu zählen u. a. Beantragungsprozesse und -fristen.

2. Modellierung einer DiGA als Baustein des Rehabilitationsprozesses

Eine Möglichkeit zur systematischen Modellierung und Analyse des Rehabilitationsprozesses sowie zur Entwicklung neuer Dienstleistungen mittels DiGA stellen Service Blueprints (SB) dar. Über einzelne Pipes ermöglichen SB die Abbildung von Merkmalsdimensionen sowie der darin enthaltenen Prozessaktivitäten. Auf diese Weise können die Aktivitäten der medizinisch-therapeutischen Sicht getrennt von den Aktivitäten der Patientensicht als Dimensionen des Rehabilitationsprozesses in einem einzelnen Prozessmodell visualisiert werden. Hierüber ist es außerdem möglich die Interaktionen zwischen den Dimensionen zu konkretisieren. Über vertikale Pipes ist es wie in einem Gantt-Chart möglich eine zeitliche Unterteilung des SB vorzunehmen, durch die der Rehabilitationsprozess visuell in einzelne aufeinanderfolgende Rehabilitationsphasen aufgeteilt wird. Soweit dies zielführend ist, sollte hier zunächst eine grobe Einteilung in die fünf vorgestellten Rehabilitationsphasen stattfinden. Daraufaufgehend ist eine immer detailliertere Unterteilung gemäß der Stadien einer Erkrankung, der Heilungsphasen oder zeitlichen Einheiten innerhalb des Prozesses vorzunehmen.

Zur Modellierung können unterschiedliche Notationen angewendet werden: Flussdiagramme, ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) und Business Process Model and Notation (BPMN).

7 Orchestrierungsebene: Wie können einzelne Dienstleistungen zu einem integrierten Behandlungspfad gebündelt werden?

Eine ideale Patientenunterstützung über allen Phasen des Rehabilitationsprozesses hinweg bedarf nicht nur informierende und motivierende Komponenten für (einzelne) therapeutische Maßnahmen (*Steigerung der Therapieadhärenz*), sondern auch prozesssteuernde Komponenten für die adäquate Auswahl und Bündelung (*Orchestrierung*) rehabilitativer Dienstleistungen zu einem integrierten Behandlungspfad (IBP). Die Orchestrierungsebene stellt daher perspektivisch grundlegende inhaltliche und technische Umsetzungsansätze zur Prozesssteuerung und Entscheidungsfindung im Sinne des Selbstmanagements bereit.

1. Ermittlung von Anforderungen an die inhaltliche Umsetzung

Im Rahmen nachgelagerter Rehabilitationsleistungen und ergänzender Maßnahmen zur Unterstützung der Behandlung ist i. d. R. eine selbständige, patienteninduzierte Orchestrierung der einzelnen Dienstleistungen unter Berücksichtigung rechtlicher, finanzieller und sozialer Rahmenbedingungen notwendig. Zur adäquaten Unterstützung des Orchestrierungsprozesses bedarf es einer umfangreichen Wissensbasis. Die nachfolgenden Checklisten helfen dabei grundlegende inhaltliche Anforderungen an diese Wissensbasis sowie die darauf aufbauende Prozesssteuerung zu prüfen. Da es sich hierbei nur um eine perspektivische Betrachtung der Orchestrierungsebene handelt, sind die aufgeführten Anforderungen zu vertiefen sowie weitere Anforderungen zu ergänzen.

Anforderungen an die Wissensbasis	Erfüllt
<i>Transparente Abbildung des Rehabilitationsprozesses.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Ermittlung und Einbindung medizinischer, therapeutischer und patientenspezifischer Entscheidungskriterien.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Bereitstellung eines umfangreichen Patientenprofils (u. a. demographische Charakteristiken, aktueller Gesundheitszustand, bisherige und aktuelle Behandlung, Patientenpräferenzen).</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Implementierung und/oder Einbindung von Wissensquelle(n): Dialogkomponenten oder externe Wissensquellen, wie die elektronische Patientenakte oder andere Medizinische Assistenzsysteme.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Wahrung der Datenaktualität bei dynamischen Daten.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar

Anforderungen an die Prozesssteuerung	Erfüllt
<i>Aufzeigen möglicher Behandlungsalternativen und -pfade aus denen der Patient selbst die für sich geeignetsten Alternativen auswählen und bündeln kann.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Transparente Gestaltung des Entscheidungsprozesses zur Auswahl der empfohlenen Alternativen durch Erläuterung einzelner Prozessschritte, verwendeter Entscheidungskriterien und der langfristigen Ziele der Rehabilitation.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar
<i>Vermittlung von Wissen über die zugrundeliegende Erkrankung, alternative Behandlungsmethoden sowie rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen.</i>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unklar

2. Ermittlung eines Entscheidungsmodells mit mehrdimensionaler Entscheidungslogik

Bei der Auswahl und Bündelung von Rehabilitationsleistungen handelt es sich grundsätzlich um ein mehrdimensionales Entscheidungsproblem. Neben objektiven Komponenten, wie dem medizinischen Wissen, dem therapeutischen Wissen und dem Prozesswissen, setzt sich das Entscheidungsmodell auch aus subjektiven und damit dynamischen Komponenten zusammen, wie dem Patientenprofil und den Patientenpräferenzen. Dieses Wissen lässt sich entsprechend klassischer multikriterieller Entscheidungsanalyseverfahren (Multi-Criteria Decision Analysis) in einem Entscheidungsmodell abbilden. Die Entwicklung beinhaltet folgende Schritte:

1. Identifikation aller Entscheidungsalternativen, d. h. Behandlungsalternativen.
2. Identifikation relevanter persönlicher und medizinischer Entscheidungskriterien.
3. Spezifikation der Kriterienausprägungen für jede Behandlungsalternative.
4. Spezifikation von Gewichtungen für jedes Entscheidungskriterium entsprechend der Relevanz für die Entscheidungsfindung – entweder statisch oder dynamisch als subjektive Kriteriengewichtung.
5. Abbildung des Entscheidungsfelds, des Zustandsraums und der Ergebnisfunktion.

Entscheidungsfeld A:	Menge der zur Verfügung stehenden Aktionen = Behandlungsalternativen im Rehabilitationsprozess + Entscheidungsvariablen
Zustandsraum S:	Kombination aller relevanter Umweltdaten = Medizinisch-therapeutisches Wissen + Prozesswissen + Patientenprofil + Patientenpräferenzen
Ergebnisfunktion g:	$A \times S \rightarrow E$, Zuordnung einer Konsequenz E zu jedem Paar aus Zustandsraum und Entscheidungsfeld = Geeignete Behandlungsalternativen in entsprechender Rangfolge

3. Implementierung des Entscheidungsmodells

Die konkrete Implementierung des Entscheidungsmodells kann entweder in einem eigenständigen Entscheidungsunterstützungssystem (Decision Support System) oder als Entscheidungskomponente einer prozessübergreifenden DiGA eingesetzt werden. Dabei ist zu entscheiden, ob die Implementierung als wissensbasiertes System unter Verwendung einer Wissensbasis und Problemlösungskomponente (*Inferenzmaschine*) oder als datengetriebenes System unter Verwendung maschineller Lernverfahren erfolgt. Zur Repräsentation des fall- und problemspezifischen Wissens können sowohl logikbasierte Ansätze (u. a. *Fakten, Regeln, Constraints*) als auch objektorientierte Ansätze (u. a. *semantische Netze*) angewendet werden. Gerade semantische Netze, wie Ontologien, haben das Potential problemspezifisches Wissen, d. h. medizinisches Wissen über die zugrundeliegende Erkrankung und Prozesswissen in Form rehabilitativer Behandlungsalternativen, unter Berücksichtigung von Patientenprofilen (fallspezifisches Wissen) abzubilden. Inwieweit jedoch eine detaillierte Abbildung von Entscheidungskriterien zur Vorgabe mehrerer Behandlungsalternativen möglich ist, ist noch zu untersuchen. Ebenso verhält es sich mit den Möglichkeiten maschineller Lernverfahren zur Entscheidungsunterstützung.

8 Informationssystemebene: Wie ist die DiGA in die transinstitutionelle Informationssystemarchitektur einzubinden?

Für den erfolgreichen Einsatz von DiGA ist es notwendig, diese so gut wie möglich in den Rehabilitationsprozess einzubinden, indem eine Integration in (bestehende) transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen im Gesundheitswesen stattfindet.

1. Modellierung der transinstitutionellen Informationssystemarchitektur

Auf Basis des Drei-Ebenen-Metamodells¹⁸ (three layer graph-based meta-model, 3LGM²) ist es möglich transinstitutionelle Informationssystemarchitekturen auf drei Ebenen zu modellieren und damit Aussagen zur Einbindung einer DiGA in diese zu treffen. Weiterhin kann abgeleitet werden, welche externen Wissensquellen zur Anbindung an die DiGA geeignet sind und welche Schnittstellen zu implementieren sind. Bei der Modellierung ist insgesamt darauf zu achten, von einer klassischen betrieblichen Sicht auf das Informationssystem auf eine patientenbezogene Sicht unter Berücksichtigung des persönlichen Informationssystems überzugehen.

Auf der fachlichen Ebene sind die in der Prozessebene identifizierten rehabilitativen Maßnahmen zu modellieren. Neben den klassischen präventiven, diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen, sind hier auch die durch eine DiGA zu erfüllenden Dienstleistungen aufzuführen.

Die logische Werkzeugebene repräsentiert u. a. die Informationssysteme einzelner an der rehabilitativen Versorgung eines Patienten beteiligter Institutionen. Hierzu zählen u. a. stationäre und ambulante Rehabilitationseinrichtungen, Krankenhäuser, Arztpraxen und therapeutische Praxen. Ergänzend kommen Institutionen hinzu, bei denen Patienten Leistungen zur Rehabilitation beantragen müssen, wie Krankenkassen, Rentenversicherungen und Unfallversicherungen. Den Abschluss bildet das persönliche Informationssystem eines Individuums, das diverse Anwendungssysteme zur Unterstützung der Rehabilitation beinhaltet, wie AGT, DiGA oder einfache mHealth Apps.

Die physische Werkzeugebene repräsentiert die einem (Sub-)Informationssystem zugrunde liegende Client-Server-Architektur inkl. aller hier verwendeten Devices. Hierbei ist anzugeben aus welchen Datenbank-, Applikations- und Kommunikationsservern sowie Terminals, Workstations und Netzwerken sich das Informationssystem zusammensetzt und auf welche Standorte sich diese verteilen. In Bezug auf die Einführung und Nutzung einer DiGA beinhaltet dies außerdem die Konkretisierung der verwendeten Hardware in Form von Ein- und Ausgabegeräten, wie Computern, Tablets und Smartphones, sowie Sensorsystemen, d. h. Sensorik und Aktorik.

2. Spezifikation wesentlicher Schnittstellen

Die Beschreibung wesentlicher Schnittstellen umfasst die Spezifikation möglicher Datenübertragungswege zwischen einer DiGA und weiteren Anwendungssystemen, der hierfür verwendeten Kommunikationsstandards, Autorisierungskonzepte und Verschlüsselungsverfahren.

¹⁸ Der 3LGM² Baukasten ist kostenfrei unter folgender URL herunterzuladen: <https://www.3lgm2.de/>

Ziel ist es, interoperable DiGA zu entwickeln und somit ein möglichst hohes Maß an Integration im Informationssystem zu erreichen.

3. Spezifikation der Datenerfassung, -integration und -analyse

Zunächst ist festzulegen, welche Datenelemente für den reibungslosen Einsatz einer DiGA erforderlich sind. Dabei ist nicht nur das Datenelement selbst inkl. möglicher Ausprägungen zu definieren, sondern auch der Datentyp und ggf. das Datenformat. Weiterhin ist zu beschreiben, ob Daten über manuelle Eingaben zu erfassen sind oder diese automatisiert aus anderen Anwendungssystemen zu entnehmen und in die DiGA zu integrieren sind. Letzteres erfordert außerdem die Bestimmung geeigneter externer Wissensquellen, wie bspw. AGT, Medizingeräten oder elektronischen Patientenakten einer oder mehrerer Gesundheitseinrichtungen.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all den Personen bedanken ohne dessen Unterstützung diese Arbeit nicht durchführbar gewesen wäre.

Mein Dank gilt in erster Linie meinem Doktorvater, Prof. Dr. Reinhold Haux, der mir in den letzten sechs Jahren meiner Tätigkeit am PLRI immer mit Rat und Tat zu Seite gestanden hat. Nur durch Ihre hervorragende Betreuung meiner Arbeit, Ihre fachlichen Hinweise und Ratschläge sowie die durch Sie gegebenen optimalen Arbeits- und Rahmenbedingungen am Institut war es mir möglich meine Arbeit erfolgreich abzuschließen. Danke, dass Sie an mich von Beginn an geglaubt haben, insbesondere dann, wenn ich es selbst nicht mehr getan habe.

Besonderer Dank gilt außerdem meinem Ko-Betreuer und Kollegen Dr. Ing. Klaus-Hendrik Wolf, der mich nicht nur in der Themenfindung meiner Arbeit unterstützt hat, sondern mir mit dem AGT-Reha Projekt auch die Möglichkeit gegeben hat, Tag für Tag genau das zu tun was mit Freude bereitet. Unsere gemeinsamen Diskussionen und dein wertvolles Feedback haben mich stets zu Höchstformen angetrieben. Dein akribisches, aber liebevolles, zählen der ‘werden’ in meinen Texten wird mir immer in Erinnerung bleiben und auch meine kommenden Arbeiten besser machen. Auf diesen 247 Seiten sind es übrigens „nur“ 439!

Außerdem Danke ich all meinen Kolleginnen und Kollegen für Ihre fachliche, methodische und auch emotionale Unterstützung. Da wäre zu aller erst Ute Zeisberg, die gute Seele des Instituts. Dir möchte ich nicht nur für die Durchsicht meiner Arbeit danken, sondern auch für die stets geöffnete Tür. Danke, dass du immer ein offenes Ohr für mich hattest. Weiterhin bedanke ich mich bei allen aktuellen und ehemaligen Teilnehmern der ‘Diss-Runde’ für die vielen wertvollen Diskussionen und Anregungen. Unsere regelmäßigen Treffen haben mich nicht nur dazu angespornt mein Ziel zu erreichen, sondern auch unglaublich viel Spaß gemacht. Besonder Dank gilt außerdem meinen Kolleginnen – die im Laufe der Jahre zu guten Freunden geworden sind – Antje Wulff, Birgit Saalfeld und Lena Elgert. Egal wann immer ich Unterstützung brauchte, ich konnte mich auf eure konstruktive Kritik, Anregungen und Aufmunterungen verlassen. Ohne Euch hätte ich das nicht geschafft!

Ganz besonders herzlich bedanke ich mich weiterhin bei meiner Mutter und meiner Schwester für ihre Ermutigungen, Rücksichtnahme und uneingeschränkte Unterstützung in jeglicher Hinsicht.

Nicht zuletzt möchte ich der Liebe meines Lebens, meinem Ehemann Jochen Danke sagen, der mir mit seiner Liebe und Fürsorglichkeit unglaublich viel Kraft geschenkt hat. Ich bin dir unfassbar dankbar für dein Verständnis, deine Geduld und deine Rücksichtnahme sowie für jede Umarmung in den schwierigen Zeiten dieser Arbeit.